

541094

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年8月5日 (05.08.2004)

PCT

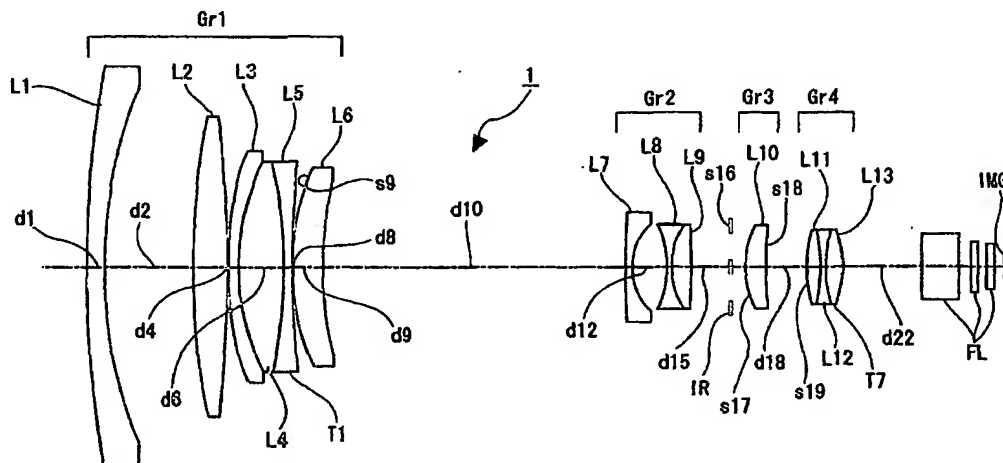
(10) 国際公開番号  
WO 2004/066012 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02B 15/16 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000198 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 黒田 大介 (KURODA, Daisuke) [JP/JP]. 湊 篤郎 (MINATO, Atsuo) [JP/JP].  
(22) 国際出願日: 2004年1月14日 (14.01.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号虎ノ門第一ビル9階三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-009718 2003年1月17日 (17.01.2003) JP  
特願2003-330038 2003年9月22日 (22.09.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズ及び撮像装置



(57) Abstract: A zoom lens comprising, arranged sequentially from an object side, a first lens group (Gr 1) having a positive refractive power, a second lens group (Gr 2) having a negative refractive power and being movable in an optical axis direction so as to effect mainly zooming (variable power), a third lens group (Gr 3) having a positive refractive power, a fourth lens group (Gr 4) having a negative refractive power and being movable in an optical axis direction so as to correct a variation in focal point position during zooming and effect focusing, and a fifth lens group (Gr 5) having a positive refractive power, the above first lens group having, arranged sequentially from an object side, at least one each of a concave lens, a convex lens and a cemented triplet T1 having a lens L6 consisting of special low-dispersion glass held therebetween. Accordingly, the zoom lens has a zoom ratio of as much as magnifying power of 40 to range from a ultra-wide angle region to a ultra-telescopic region with an angle of view of at least 67° at a wide angle end and up to 1.6° at a telescopic end, has various aberrations corrected favorably, and is excellent in mass-productivity.

(57) 要約: 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群Gr1と、負の屈折力を有し、主としてズームング(変倍)を行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群Gr2と、正の屈折力を有する第3レンズ群Gr3と、負の屈折力を有し、ズームング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行う

[続葉有]

WO 2004/066012 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群G r 4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G r 5とから成り、上記第1レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズL 6を挟み込んだ3枚接合レンズT 1を少なくとも1つづつ有する。これにより、画角が広角端において67度以上、望遠端において1.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていて、量産性に優れたズームレンズを提供することができる。

## 明 細 書

## ズームレンズ及び撮像装置

## 5 技術分野

本発明は新規なズームレンズ及び撮像装置に関する。詳しくは、超広角域から超望遠域までをカバーする広角高倍率のビデオカメラ用として最適なズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置に関する。

## 10 背景技術

民生用のビデオカメラ用のズームレンズの設計において、小型化された撮像素子の利点を生かす方向として、ズーム比（変倍率）が同じでより小型化を目指す方向と、実用的な大きさの中でズーム比のより高倍率化を目指す方向とがある。

- 15 後者のより高倍率なズームレンズを実現する技術の一例として、特開平 8 - 5 9 1 3 号公報に記載されたものがある。このズームレンズは、物体側より順に正、負、正、負、正の屈折力配置の 5 つのレンズ群から成り、少なくとも第 2 レンズ群と第 4 レンズ群を移動させてズーミング（変倍）とフォーカシング（焦点合わせ）を行うことにより、約 2 0 倍  
20 のズーム比を得るようにしたものである。

- しかしながら、撮像素子のさらなる小型化を生かして、高倍率化をさらに進めて、例えば、4 0 倍のズーム比を得ようとして、特開平 8 - 5 9 1 3 号公報の技術をそのまま適用しようとする、次のような問題が生じていた。すなわち、ズーミングによる収差変動や、望遠端での色収  
25 差及び球面収差などを補正することができなかった。そのため、特開平 8 - 5 9 1 3 号公報の技術では、ズームレンズの実用的な大きさを維持

した上での高倍率化は20倍くらいが限界であった。

そこで、特開2000-105336号公報に記載された技術にあっては、高倍率化に際しての問題であったズーミングによる収差変動や、望遠端での色収差及び球面収差などを補正するために、第3レンズ群及び第5レンズ群に非球面レンズを導入し、且つ、アッベ数が大きく異常部分分散性を有する材料を多数使用することによって、広角端においては85度以上の画角と40倍のズーム比を実現している。

しかしながら、上記特開2000-105336号公報に示された技術にあっては、アッベ数が大きく異常部分分散性を持つ特殊低分散ガラスを3枚使用している。この特殊低分散ガラスは、周知の通り、材質が柔らかく耐潜傷性が低いので、レンズ製造時の超音波洗浄中に潜傷が発生しやすい。また、熱膨張係数が大きく、レンズコーティングをするための蒸着工程時に真空チャンバー内で加熱し、蒸着後直ぐに真空チャンバー内に空気を流入させて急冷すると、クラックが発生しやすいため、蒸着後に真空チャンバー内に長時間放置して徐冷しなければならず、蒸着サイクルが長くかかって生産性に問題があり、ひいては、コストに影響するという問題がある。

従って、特殊低分散ガラス製のレンズを3枚使用する特開2000-105336号公報に示されたズームレンズでは大量生産が不可能であり、民生用のズームレンズとしては不向きである。

そこで、本発明は、上記した問題点に鑑み、画角が広角端において67度以上、望遠端において1.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていて、量産性に優れたズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することを課題とする。

## 発明の開示

本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナーフォーカスタイプのズームレンズであって、上記第1レンズ群は、少なくとも、物体側より順に配列された凹レンズと、凸レンズと、真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズとを有するものである。

また、本発明撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電氣的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、上記ズームレンズは、少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナーフォーカスタイプのズームレンズであって、上記第1レンズ群は、少

なくとも、物体側より順に配列された凹レンズと、凸レンズと、真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズとを有するものである。

従って、本発明ズームレンズ及び撮像装置にあつては、画角が広角端  
5 において67度以上、望遠端において1.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていると共に、特殊低分散ガラス製のレンズは3枚接合レンズの真ん中に位置されるので、レンズコーティングを施さなくても超音波洗浄中に潜傷が生じることがない。

10 また、レンズ研磨時や超音波洗浄中に発生した潜傷を、接合レンズ間の接着材によって埋めることができ、且つ接合することによってコーティングも必要なくなる。

請求項1、9及び21に記載した発明において、ズームレンズは、少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ  
15 群と、負の屈折力を有し主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナ  
20 ーフォーカスタイプのズームレンズであつて、上記第1レンズ群は、少なくとも、物体側より順に配列された凹レンズと、凸レンズと、真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズとを有することを特徴とする。

従って、請求項1、9及び21に記載した発明にあつては、画角が広  
25 角端において67度以上、望遠端において1.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収

差が良好に補正されたズームレンズを得ることができる。また、特殊低分散ガラス製のレンズは3枚接合レンズの真ん中に位置されるので、レンズコーティングを施さなくても超音波洗浄中に潜傷が生じることが無く、レンズ研磨時や超音波洗浄中に発生した傷や潜傷を接合レンズ間に位置する接着材によって埋めることができ、且つ、接合することによって、コーティングも必要なくなるため、低コストで量産性に優れたズームレンズを得ることができる。

請求項2、10及び22に記載した発明にあつては、上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とから成り、上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ とし、また、 $n_x$ をレンズA $x$ （3枚接合レンズのうち物体側より $x$ 番目のレンズ。以下同じ）のd線における屈折率 $n_d$ 、 $v_x$ をレンズA $x$ のd線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ として、(1)  $n_1 - n_2 > 0.3$  及び (2)  $|v_1 - v_2| > 40$  という2つの条件式(1)、(2)を満足する材料で形成されたので、1次の色収差、特に、望遠端における1次の色収差を良好に補正することができ、40倍という高倍率の実現に寄与する。

請求項3、4、11、12、23及び24に記載した発明にあつては、上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とから成り、上記凸レンズA2と第2の凹レンズA3とが、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ とし、また、 $n_x$ をレンズA $x$ （3枚接合レンズのうち物体側より $x$ 番目のレンズ。以下同じ）のd線における屈折率 $n_d$ 、 $v$

$x$  をレンズ  $A_x$  の  $d$  線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ 、 $P_x$  をレンズ  $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  として、(3)  $|n_2 - n_3| < 0.1$ 、(4)  $v_{23} > 80$ 、  
(5)  $\Delta P_{23} > 0.03$  という 3 つの条件式 (3)、(4)、(5)

- 5 を満足する材料で形成されたので、望遠側における 2 次の色収差、望遠端における球面収差、コマ収差、軸上色収差を良好に補正することができる。

請求項 5 乃至 8 及び 25 乃至 28 に記載した発明にあつては、上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メ  
10 ニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ、凸レンズの第 4 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによって構成されたので、像面湾曲、歪曲収差及び球面収差の補正が容易である。

- 15 請求項 13 乃至 16 に記載した発明にあつては、上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び  
20 物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたので、像面湾曲、歪曲収差及び球面収差の補正が容易である。

- 請求項 17 乃至 20 に記載した発明にあつては、上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
25 の第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの第 4 レンズの接合レンズと、



物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成されたので、像面湾曲、歪曲収差及び球面収差の補正が容易である。

5

#### 図面の簡単な説明

図1は、図2乃至図4と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

図2は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図3は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図4は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図5は、図6乃至図8と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

図6は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図7は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図8は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図9は、図10乃至図12と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

図10は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 1 1 は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 1 2 は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

5 図 1 3 は、図 1 4 乃至図 1 6 と共に本発明ズームレンズの第 4 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

図 1 4 は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

10 図 1 5 は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 1 6 は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 1 7 は、図 1 8 乃至図 2 0 と共に本発明ズームレンズの第 5 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

15 図 1 8 は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 1 9 は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

20 図 2 0 は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

図 2 1 は、本発明撮像装置の実施の形態を示す要部のブロック図である。

図 2 2 は、市販されている硝材の幾つかを縦軸に屈折率を、横軸にアッペ数を取って分布させた図である。

25 図 2 3 は、市販されている硝材の幾つかを縦軸に部分分散比を、横軸にアッペ数を取って分布させ、且つ、標準線を表示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明ズームレンズの各実施の形態を添付図面を参照して説明する。なお、図 1 乃至図 4 は第 1 の実施の形態を、図 5 乃至図 8 は第 2 の実施の形態を、図 9 乃至図 12 は第 3 の実施の形態を、図 13 乃至図 16 は第 4 の実施の形態を、図 17 乃至図 20 は第 5 の実施の形態を、それぞれ示すものである。

以下の説明において、「 $s_i$ 」は物体側から数えて  $i$  番目の面を、「 $r_i$ 」は上記面「 $s_i$ 」の曲率半径を、「 $d_i$ 」は物体側から  $i$  番目の面と  $i+1$  番目の面との間の光軸上における面間隔を、「 $n_i$ 」は物体側から  $i$  番目のレンズの  $d$  線（波長  $587.6\text{ nm}$ ）における屈折率を、「 $v_i$ 」は物体側から  $i$  番目のレンズの  $d$  線におけるアッベ数を、「 $f$ 」はレンズ全系の焦点距離を、「 $Fno$ 」は開放  $F$  値を、「 $\omega$ 」は半面角を、それぞれ示す。

第 1 及び第 2 の実施の形態に係るズームレンズ 1、2 は、図 1 及び図 5 に示すように、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_{r1}$  と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第 2 レンズ群  $G_{r2}$  と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G_{r3}$  と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第 4 レンズ群  $G_{r4}$  とから成る 4 群構成のインターフォーカスタイプのズームレンズである。

また、第 3、第 4 及び第 5 の実施の形態にかかるズームレンズ 3、4、5 は、図 9、図 13 及び図 17 に示すように、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_{r1}$  と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第

2 レンズ群 G<sub>r</sub> 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G<sub>r</sub> 3 と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第 4 レンズ群 G<sub>r</sub> 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G<sub>r</sub> 5 とから成る 5 群構成のインナーフォーカスタイプのズームレンズである。

上記第1レンズ群G<sub>r1</sub>は、物体側から順に配列された、凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスを挟み込んだ3枚接合レンズを少なくとも1つつつ有する。

10 10 まず、第 1 及び第 2 の実施の形態にかかるズームレンズ 1、2 の詳細について説明する。

第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態に係るズームレンズ 1 及び 2 にあって、第 1 レンズ群 G r 1 は、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1 と、凸レンズの第 2 レンズ L 2 と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ L 3、凸レンズの第 4 レンズ L 4 及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ L 5 から成る 3 枚接合レンズ T 1 と、凸レンズの第 6 レンズ L 6 との 4 群 6 枚のレンズによって構成される。

第2レンズ群G<sub>r</sub>2は、物体側から順に配列された、凹レンズの第7レンズL7と、凹レンズの第8レンズL8及び凸レンズの第9レンズL9の接合レンズT3との2群3枚のレンズによって構成される。

第3レンズ群G<sub>r3</sub>以降のレンズ群の構成は第1の実施の形態にかかるズームレンズ1と第2の実施の形態にかかるズームレンズ2とで異なる。

第 1 の実施の形態に係るズームレンズ 1 にあって、第 3 レンズ群 G<sub>r3</sub> は凸レンズの第 10 レンズ L<sub>10</sub> によって構成され、第 4 レンズ群 G<sub>r4</sub> は、物体側から順に配列された、凸レンズの第 11 レンズ L<sub>11</sub>、

凹レンズの第12レンズL12及び凸レンズの第13レンズL13の3枚接合レンズT7によって構成される。

第2の実施の形態に係るズームレンズ2にあって、第3レンズ群Gr3は物体側から順に配列された、凸レンズの第10レンズL10と、凸  
5 レンズの第11レンズL11及び凹レンズの第12レンズL12の接合レンズT8との2群3枚のレンズによって構成され、第4レンズ群Gr4は凸レンズの第13レンズL13によって構成される。

第1及び第2の実施の形態にかかるズームレンズ1、2にあって、第1レンズ群Gr1は、凹レンズと凸レンズを少なくとも1つずつ有する  
10 ことを特徴とする。広角側では、物体側から順に配列された凹レンズ（第1レンズL1）と凸レンズ（第2レンズL2）によって、広画角化を達成でき、かつ像面湾曲の補正を容易にすることができる。また、望遠側では、第1レンズ群Gr1が正の屈折力を持つことからアンダー側の球面収差が発生しやすいが、物体寄りに配置された凹レンズL2の作用で、  
15 この球面収差の補正を容易にしている。

望遠端における色収差の補正及び2次スペクトルの補正には、レンズ系の前群の凸レンズにアッベ数が大きく、異常部分分散性を持つ材質を用いることが効果的であることが公知である。

しかしながら、ズームレンズ1及び2にあっては、望遠端において、  
20 入射光束は3枚接合レンズT1でもっとも拡がるようになっている。従って、望遠端における色収差は3枚接合レンズT1の構成によって支配されるので、3枚接合レンズT1の材質を一般的な望遠レンズにおける2次スペクトルの補正に適した材質とすること、すなわち、

$$(1) \quad n_1 - n_2 > 0.3$$

25  $(2) \quad |v_1 - v_2| > 40$

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

の各条件式を満足する材質構成を有することが必要である。

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ  $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$  として、

$n_x$ : レンズ  $A_x$  (3枚接合レンズのうち物体側より  $x$  番目のレンズ。

以下同じ) の d 線における屈折率  $n_d$

$v_x$ : レンズ  $A_x$  の d 線におけるアッペ数  $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

10  $P_x$ : レンズ  $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  とする。

また、3枚接合レンズ  $T_1$  の凸レンズ  $A_2$  (第4レンズ  $L_4$ ) と第2の凹レンズ  $A_3$  (第5レンズ  $L_5$ ) を薄肉密着系と考えると、凸レンズ  $A_2$  と第2の凹レンズ  $A_3$  とで1つの仮想の硝材  $A_{23}$  とみなすことができる。

そこで、

$f_x$ : レンズ  $A_x$  の焦点距離

として、

上記仮想の硝材  $A_{23}$  の焦点距離は次の (6) 式によって、そして、  
20 分散値は下記の (7) 式によって求められ、

$$(6) \quad 1/f_{23} = 1/f_2 + 1/f_3$$

$$(7) \quad 1/f_{23} \cdot v_{23} = 1/f_2 \cdot v_2 + 1/f_3 \cdot v_3$$

その値を用いて、部分分散比  $P_{23}$  は、

$$(8) \quad P_{23} = (f_2 \cdot v_2 \cdot P_3 + f_3 \cdot v_3 \cdot P_2) / (f_2 \cdot v_2 + f_3 \cdot v_3)$$

で求められる。

そこで、図 2 2 においては、横軸にアッベ数  $v$  を、縦軸に屈折率  $n$  を  
とって、また、図 2 3 においては、横軸にアッベ数  $v$  を、縦軸に部分分  
散比  $P$  をとって、H O Y A 株式会社の製品である硝材の一部を示したと  
き、図 2 3 において硝材 C 7 と F 2 を通る標準線を  $P b a s e$  とすると、

$$5 \quad P b a s e = -0.00174906 \times v^2 + 0.64662907$$

となり、

このとき、

$$\Delta P 23 = P 23 - P b a s e$$

10 である。

そこで、図 2 3 に示す硝材から凸レンズ A 2 (第 4 レンズ L 4) と第  
2 の凹レンズ A 3 (第 5 レンズ L 5) の硝材を任意に選び、これら 2 つ  
の硝材を結ぶ直線が標準線  $P b a s e$  の傾きに比べてなだらかなであれば、  
標準線  $P b a s e$  上で色消しを行ったときより、2 次スペクトルは減少  
15 する。

上記条件式 (1) と (2) は、1 次の色消し条件であり、望遠側にお  
ける 1 次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式 (1) 及び  
(2) を満たさない場合は、望遠端における色収差が顕著になり、4 0  
倍という高変倍率を実現することができなくなる。

20 ズームレンズ 1 及び 2 においては、3 枚接合レンズ T 1 の真ん中のレ  
ンズ A 2 (第 4 レンズ L 4) に特殊低分散ガラス、例えば、F C D 1 や  
F C D 1 0 を用いることが前提であり、且つ、条件式 (1)、(2) を  
満たすためには、第 1 の凹レンズ A 1 (第 3 レンズ L 3) には、例えば、  
フリント系の F D S 6 0、F D S 9 0、T a F D 3 0 や F D S 1 以外の  
25 硝材は除外される。

上記条件式 (3)、(4)、(5) は、2 次の色消し条件であり、望

遠側における 2 次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式

(3) を満たさない場合は、望遠側における球面収差、コマ収差、軸上色収差を補正することが困難になる。条件式 (4) と (5) を満たすときは凸レンズ A 2 (第 4 レンズ L 4) と第 2 の凹レンズ A 3 (第 5 レンズ L 5) の硝材を結ぶ直線の傾きが図 2 3 に示す標準線 P b a s e の傾きに比べてなだらかになり、2 次スペクトルの減少に寄与する。このようにするには、特殊低分散ガラス製の凸レンズ A 2 (L 4) と第 2 の凹レンズ A 3 (L 5) の硝材を条件式 (3) と  $|P 2 - P 3| < 0.03$  を満たすように選択することによって、所望の構成を得ることができる。

10      ズームレンズ 1 及び 2 においては、3 枚接合レンズ T 1 の真ん中のレンズ A 2 (L 4) に特殊低分散ガラスである F C D 1 や F C D 1 0 を用いることが前提であり、且つ、条件式 (4)、(5) を満たすためには、条件式 (3) と  $|P 2 - P 3| < 0.03$  を満たすよう硝材を選択することが必要である。そのためには、第 2 の凹レンズ A 3 (L 5) には  
15      クラウン系で、且つ、図 2 3 で標準線 P b a s e より上側に位置する硝材を用いることが必要である。なお、条件式 (4)、(5) を満たさない場合には、凸レンズ A 2 (L 4) の硝材と第 2 の凹レンズ A 3 (L 5) の硝材を結ぶ直線の傾きが図 2 3 に示す標準線 P b a s e の傾きと同じようになり、2 次スペクトルの補正が困難になる。

20      以上のことより、3 つのレンズを張り合わせて 3 枚接合レンズ T 1 を構成するための各レンズの硝材には以下の組み合わせが考えられる。すなわち、第 1 の凹レンズ A 1 (L 3) にはフリント系の F D S 9 0 や F D S 1 を用い、凸レンズ A 2 (L 4) には特殊低分散ガラスの F C D 1 や F C D 1 0 を用い、第 2 の凹レンズ A 3 (L 5) にはクラウン系で、  
25      且つ、図 2 3 の標準線 P b a s e より上側に位置する B S C 7、C 3 や C F 6 などを用いることが考えられる。



ここで、注目すべき点は、特殊低分散ガラスを3枚接合レンズT1の凸レンズA2(L4)に用いている点である。特殊低分散ガラスは材質が柔らかく耐潜傷性が低いので、レンズ製造時に行う超音波洗浄において潜傷が発生しやすいが、両面から一般的なガラスから成るレンズA1  
5 (L3)、A3(L5)で挟み込むことで、多少の欠落が発生したとしても接着剤で埋めることが可能である。また、特殊低分散ガラスは熱膨張係数が大きいため、レンズコーティングのための蒸着工程において真空中でレンズを加熱し、蒸着後直に空気を流入させると、空気によって急冷されてクラックが発生し易いという問題があるが、両面に一般的な  
10 ガラスから成るレンズを接着することによってコーティング自体が不要になる。これらの理由によって、大量生産には不向きである特殊低分散ガラスではあるが、これを3枚接合レンズT1の真ん中に使用することによって、量産性に優れたものとすることができる。

固定群である第3レンズ群Gr3は、広角端においてはもともと光束  
15 が広がる部分であるので、広角端における球面収差とコマ収差に関して支配的な影響力を有する部分である。従って、ズームレンズ1及び2にあつては、第3レンズ群Gr3を構成する各面のうち、少なくとも1つの面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうち、少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球  
20 面形状にした。また、ズームレンズ2においては第3レンズ群Gr3の正の屈折力を2つのレンズ群に分けて分担させ、さらに、その一方の群に負の屈折力を有する接合面を設けるようにすることが有効である。そこで、ズームレンズ2にあつては、第3レンズ群Gr3を、凸レンズ(第10レンズL10)と、凸レンズ(第11レンズL11)及び凹レンズ  
25 (第12レンズL12)の接合レンズT8とによって構成し、球面収差の発生とコマ収差の発生を抑制するようにしている。

5 広角端における非点収差と歪曲収差の補正に関し、ズームレンズ1及び2にあっては、第4レンズ群Gr4を構成する各面のうちの少なくとも1の面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状としている。

次に、第3、第4及び第5の実施の形態にかかるズームレンズ3、4、5の詳細を説明する。

第3の実施の形態及び第4の実施の形態に係るズームレンズ3及び4にあって、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズL1と、凸レンズの第2レンズL2と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズL3と、凸レンズの第4レンズL4と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズL5、凸レンズの第6レンズL6及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズL7から成る3枚接合レンズT1と、凸レンズの第8レンズL8との6群8枚のレンズによって構成される。

また、第5の実施の形態に係るズームレンズ5にあって、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズL1と、凸レンズの第2レンズL2と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズL3及び凸レンズの第4レンズL4の接合レンズT2と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズL5、凸レンズの第6レンズL6及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズL7から成る3枚接合レンズT1と、凸レンズの第8レンズL8との5群8枚のレンズによって構成される。

ズームレンズ4、5及び6において、第2レンズ群Gr2は、物体側

から順に配列された、凹レンズの第9レンズL9と、凹レンズの第10レンズL10及び凸レンズの第11レンズL11の接合レンズT3との3枚のレンズによって構成される。

第3レンズ群は、物体側から順に配列された、凸レンズの第12レンズL12と、凹レンズの第13レンズ及び凸レンズの第14レンズL14の接合レンズT4との3枚のレンズによって構成される。

第4レンズ群Gr4は、物体側から順に配列された、凹レンズの第15レンズL15と、凹レンズの第16レンズL16及び凸レンズの第17レンズL17の接合レンズT5との3枚のレンズによって構成される。

10 第5レンズ群Gr5は、物体側より順に配列された、凸レンズの第18レンズL18と、凸レンズの第19レンズL19及び凹レンズの第20レンズL20の接合レンズT6との3枚のレンズによって構成される。

そして、第1レンズ群Gr1は、第1レンズL1乃至第3レンズL3から成る負の屈折力を有する前群と、第4レンズL4乃至第8レンズL8から成る正の屈折力を有する後群とに分けることができる。

第1レンズ群Gr1の上記前群は、凹レンズと凸レンズを少なくとも1つずつ有することを特徴とする。物体側から順に配列された凹レンズ（第1レンズL1）と凸レンズ（第2レンズL2）によって、広角域においては、凹レンズによって主光線の傾きを緩くすることで、像面湾曲の補正を容易にすると共に、凸レンズL2の作用で歪曲収差の補正が容易になる。また、望遠側では、第1レンズ群Gr1が正の屈折力を持つことからアンダー側の球面収差が発生しやすいが、物体寄りに配置された凹レンズの作用で、この球面収差の補正を容易にしている。また、第1レンズ群Gr1の前群は、強い負の屈折力を有するにもかかわらず、  
25 樽側の歪曲収差の発生を極力抑制するために、第1レンズL1と第3レンズL3が物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズとされており、さ

らに、広角端における歪曲収差を正の屈折力で補正するため、凸レンズである第2レンズL2によってこれを補正している。

望遠端における色収差の補正及び2次スペクトルの補正には、レンズ系の前群の凸レンズにアッベ数が大きく、異常部分分散性を持つ材質を用いることが効果的であることが公知である。

しかしながら、ズームレンズ3、4及び5にあつては、望遠端において、入射光束は3枚接合レンズT1でもっとも拡がるようになっている。従つて、望遠端における色収差は3枚接合レンズT1の構成によって支配されるので、3枚接合レンズT1の材質を一般的な望遠レンズにおける2次スペクトルの補正に適した材質とすること、すなわち、上記した条件式(1)、(2)、(3)、(4)及び(5)を満足する材質構成を有することが必要である。

また、3枚接合レンズT1の凸レンズA2(第6レンズL6)と第2の凹レンズA3(第7レンズL7)を薄肉密着系と考えると、凸レンズA2と第2の凹レンズA3とで1つの仮想の硝材A23とみなすことができる。

そこで、上記仮想の硝材A23の焦点距離は上記(6)式によって、そして、分散値は上記(7)式によって求められ、その値を用いて、部分分散比P23は上記(8)式で求められる。

そこで、上記したように、図22においては、横軸にアッベ数vを、縦軸に屈折率nをとつて、また、図23においては、横軸にアッベ数vを、縦軸に部分分散比Pをとつて、HOYA株式会社の製品である硝材の一部を示したとき、図14において硝材C7とF2を通る標準線をPbaseとすると、

$$P_{base} = -0.00174906 \times v^{2.3} + 0.6466290$$

となり、

このとき、

$$\Delta P_{23} = P_{23} - P_{base}$$

である。

- 5      そこで、図 23 に示す硝材から凸レンズ A2（第 6 レンズ L6）と第 2 の凹レンズ A3（第 7 レンズ L7）の硝材を任意に選び、これら 2 つの硝材を結ぶ直線が標準線 Pbase の傾きに比べてなだらかであれば、標準線 Pbase 上で色消しを行ったときより、2 次スペクトルは減少する。

- 10      上記条件式（1）と（2）は、上記したように、1 次の色消し条件であり、望遠側における 1 次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式（1）及び（2）を満たさない場合は、望遠端における色収差が顕著になり、40 倍という高変倍率を実現することができなくなる。

- 15      ズームレンズ 3、4 及び 5 においては、3 枚接合レンズ T1 の真ん中のレンズ A2（第 6 レンズ L6）に特殊低分散ガラス、例えば、FCD1 や FCD10 を用いることが前提であり、且つ、条件式（1）、（2）を満たすためには、第 1 の凹レンズ A1（第 5 レンズ L5）には、例えば、フリント系の FDS60、FDS90、TaFD30 や FDS1 以外の硝材は除外される。

- 20      上記条件式（3）、（4）、（5）は、上記したように、2 次の色消し条件であり、望遠側における 2 次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式（3）を満たさない場合は、望遠側における球面収差、コマ収差、軸上色収差を補正することが困難になる。条件式（4）と（5）を満たすときは凸レンズ A2（第 6 レンズ L6）と第 2 の凹レンズ A3  
25      （第 7 レンズ L7）の硝材を結ぶ直線の傾きが図 23 に示す標準線 Pbase の傾きに比べてなだらかになり、2 次スペクトルの減少に寄与す

る。このようにするには、特殊低分散ガラス製の凸レンズA 2 (L 6) と第2の凹レンズA 3 (L 7) の硝材を条件式(3)と $|P 2 - P 3| < 0.03$ を満たすように選択することによって、所望の構成を得ることができる。

- 5      ズームレンズ3、4及び5においては、3枚接合レンズT 1の真ん中のレンズA 2 (L 6) に特殊低分散ガラスであるF C D 1やF C D 1 0を用いることが前提であり、且つ、条件式(4)、(5)を満たすためには、条件式(3)と $|P 2 - P 3| < 0.03$ を満たすよう硝材を選択することが必要である。そのためには、第2の凹レンズA 3 (L 7)
- 10    にはクラウン系で、且つ、図23で標準線P b a s eより上側に位置する硝材を用いることが必要である。なお、条件式(4)、(5)を満たさない場合には、凸レンズA 2 (L 6) の硝材と第2の凹レンズA 3 (L 7) の硝材を結ぶ直線の傾きが図23に示す標準線P b a s eの傾きと同じようになり、2次スペクトルの補正が困難になる。
- 15    以上のことより、3つのレンズを張り合わせて3枚接合レンズT 1を構成するための各レンズの硝材には以下の組み合わせが考えられる。すなわち、第1の凹レンズA 1 (L 5) にはフリント系のF D S 9 0やF D S 1を用い、凸レンズA 2 (L 6) には特殊低分散ガラスのF C D 1やF C D 1 0を用い、第2の凹レンズA 3 (L 7) にはクラウン系で、
- 20    且つ、図23の標準線P b a s eより上側に位置するB S C 7、C 3やC F 6などを用いることが考えられる。

- ここで、注目すべき点は、特殊低分散ガラスを3枚接合レンズT 1の凸レンズA 2 (L 6) に用いている点である。特殊低分散ガラスは材質が柔らかく耐潜傷性が低いので、レンズ製造時に行う超音波洗浄において潜傷が発生しやすいが、両面から一般的なガラスから成るレンズA 1
- 25    (L 5)、A 3 (L 7) で挟み込むことで、多少の欠落が発生したとし

ても接着剤で埋めることが可能である。また、特殊低分散ガラスは熱膨張係数が大きいので、レンズコーティングのための蒸着工程において真空中でレンズを加熱し、蒸着後直に空気を流入させると、空気によって急冷されてクラックが発生し易いという問題があるが、両面に一般的な

5 ガラスから成るレンズを接着することによってコーティング自体が不要になる。これらの理由によって、大量生産には不向きである特殊低分散ガラスではあるが、これを3枚接合レンズT1の真ん中に使用することによって、量産性に優れたものとすることができる。

広角側における球面収差とコマ収差の補正に関し、ズームレンズ3、

10 4及び5にあっては、第3レンズ群Gr3を構成する第12レンズL12乃至第14レンズL14の各面のうち、少なくとも1の面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうち、少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状にした。

第2レンズ群Gr2を出た発散光束を収収光束に転じて第4レンズ群

15 Gr4に送る働きをする第3レンズ群Gr3は、強い正の屈折力を有し、また、広角端においてはもっとも光束が広がる部分であるので、広角端における球面収差とコマ収差に関して支配的な影響力を有する部分である。従って、発散光束を収収光束に緩やかに転じさせるためには、第3レンズ群Gr3の正の屈折力を2つのレンズ群に分けて分担させ、さら

20 に、その一方の群に負の屈折力を有する接合面を設けるようにすることが有効である。そこで、ズームレンズ3、4及び5にあっては、第3レンズ群Gr3を、凸レンズ（第12レンズL12）と、凹レンズ（第13レンズL13）及び凸レンズ（第14レンズL14）の接合レンズT4とによって構成し、球面収差の発生とコマ収差の発生を抑制するよう

25 にしている。

そして、さらに、万全を期するために、上記したように、第12レン

ズL 1 2乃至第1 4レンズL 1 4の各面s 2 1乃至s 2 5のうちの少なくとも1の面を非球面とすると共に、該非球面とされた面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状にしている。

- 5 広角端における非点収差と歪曲収差の補正に関し、ズームレンズ3、4及び5にあっては、第5レンズ群G r 5を構成する第1 8レンズL 1 8乃至第2 0レンズL 2 0の各面のうちの少なくとも1の面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状として
- 10 いる。

- 第4レンズ群G r 4で外側に跳ね上げられた主光線は、第5レンズ群G r 5において、最大像高より光線高が高くなり、射出瞳が像面より後側になるように第5レンズ群G r 5で折り曲げる必要がある。従って、主光線が緩やかに折れ曲がるようにするために、第5レンズ群G r 5に
- 15 においては、正の屈折力を2つのレンズ群に分けて分担させ、その一方のレンズ群に負の屈折力を有する接合面を設けるようにする。そこで、第5レンズ群G r 5を凸レンズ（第1 8レンズL 1 8）と、凸レンズ（第1 9レンズL 1 9）及び凹レンズ（第2 0レンズL 2 0）の接合レンズT 6とによって構成し、非点収差及び歪曲収差の発生を抑制するように
- 20 している。

そして、さらに万全を期すために、上記したように、第1 8レンズL 1 8乃至第2 0レンズL 2 0の各面s 3 2乃至s 3 5のうちの少なくとも1の面を非球面とすると共に、該非球面とされた面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状とした。

- 25 図2 1は本発明にかかる撮像装置1 0 0の構成例を示すブロック図である。図2 1において、1 0 1はフォーカスレンズ1 0 1 aやバリエー



タレンズ 101b を備えたズーミング可能な撮影レンズ、102 は CCD などの撮像素子（撮像手段）、103 は画像の補正をするなど各種動作の制御を行う画像制御回路（画像制御手段）、104 は撮像素子 102 から得られる画像データを記憶する第 1 の画像メモリ、105 は歪曲を補正した画像データを記憶する第 2 の画像メモリである。106 は撮影レンズ 101 の歪曲収差情報を記憶するデータテーブル、107 は撮影者のズーミングの指示を電気信号に変換するズームスイッチである。

なお、上記撮影レンズ 101 に、例えば、上記各実施の形態にかかるズームレンズ 1、2、3、4 又は 5 を適用することができ、その場合、フォーカスレンズ 101a は第 4 レンズ群 Gr4 に相当し、バリエータレンズ 101b は第 2 レンズ群 Gr2 に相当する。

ズームレンズ 101 の歪曲収差に関し、図 2 乃至図 4、図 6 乃至図 8、図 10 乃至図 12、図 14 乃至図 16 及び図 18 乃至図 20 に示すとおり、ズーミングによって歪曲収差曲線が変化する。従って、歪曲収差の変化はバリエータレンズ 101b の位置に依存する。そこで、データテーブル 106 には、バリエータレンズ 101b のある位置における第 1 の画像メモリ 104 と第 2 の画像メモリ 105 の二次元的な位置情報を関連づける変換座標係数が記憶されており、また、バリエータレンズ 101b の位置は広角端から望遠端まで多くの位置に区切られて、各々の位置に対応した変換座標係数がデータテーブル 106 に記憶されている。

撮影者がズームスイッチ 107 を操作して、バリエータレンズ 101b の位置を移動させると、画像制御回路 103 は、フォーカスレンズ 101a を移動させてフォーカスがボケないように制御すると共に、バリエータレンズ 101b の位置に対応する変換座標係数をデータテーブル 106 から受け取る。なお、バリエータレンズ 101b 位置が予め区切られたいずれかの位置に一致していないときは、その近傍の位置の変換

座標係数から補間などの処理により、適切な変換座標係数を得る。変換座標係数は二次元的に離散的に配置された画像上の点の位置を移動させるための係数であるが、離散的に配置された点と点との間の画像に関しては、補間などの処理によって移動すべき位置を求める。画像制御回路 103 は、撮像素子 102 から得られた第 1 の画像メモリ 104 の情報を、この変換座標係数に基づいて垂直及び水平の画像移動処理を行うことによって歪曲を補正し、該歪曲を補正した画像情報を第 2 の画像メモリ 105 に作成し、該第 2 の画像メモリ 105 に作成された画像情報に基づく信号を映像信号として出力する。

- 10 次に、各実施の形態にかかるズームレンズ 1、2、3、4 及び 5 の数値実施例について説明する。なお、図 1、図 5、図 9、図 13 及び図 17 において、IR は第 3 レンズ群 Gr 3 の直前に固定された絞り、FL は像面 IMG の前に介挿されたフィルタである。

- 各実施の形態において用いられるレンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものも含まれる。そこで、非球面形状は、非球面の深さを「 $x$ 」、光軸からの高さを「 $H$ 」とすると、

$$x = H^2 / r_i \cdot \{1 + (1 - H^2 / r_i^2)^{1/2}\} + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10}$$

- 15 によって定義されるものとする。なお、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$  及び  $A_{10}$  は、  
20 それぞれ 4 次、6 次、8 次及び 10 次の非球面係数である。

表 1 に第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 の数値実施例における各値を示す。

表 1

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=50.4272	d 1=0.7143	n 1=1.58913	v 1=61.2526
s 2	r 2=23.1849	d 2=3.8095		
s 3	r 3=34.5194	d 3=1.4285	n 2=1.65844	v 2=50.8546
s 4	r 4=-78.6878	d 4=0.0476		
s 5	r 5=16.8966	d 5=0.4520	n 3=1.84666	v 3=23.7848
s 6	r 6=11.4598	d 6=1.9047	n 4=1.45650	v 4=90.2697
s 7	r 7=-31.6475	d 7=0.3809	n 5=1.51680	v 5=64.1983
s 8	r 8=164.8605	d 8=0.0476		
s 9	r 9=11.8892	d 9=1.2455	n 6=1.69350	v 6=53.2008
s 10	r 10=19.4598	d 10=0.3809		
s 11	r 11=34.0912	d 11=0.3140	n 7=1.88300	v 7=40.8054
s 12	r 12=3.2540	d 12=1.4285		
s 13	r 13=-5.0131	d 13=0.1905	n 8=1.77250	v 8=49.6243
s 14	r 14=3.6344	d 14=0.8444	n 9=1.84666	v 9=23.7848
s 15	r 15=-64.4255	d 15=14.3532		
s 16 絞り	r 16= $\infty$	d 16=0.6905		
s 17	r 17=4.7618	d 17=0.8070	n 10=1.58313	v 10=59.4596
s 18	r 18=13.4520	d 18=3.3226		
s 19	r 19=5.8528	d 19=0.5562	n 11=1.58313	v 11=59.4596
s 20	r 20=-9.7289	d 20=0.2143	n 12=1.84666	v 12=23.7848
s 21	r 21=5.8251	d 21=0.7084	n 13=1.72342	v 13=37.9941
s 22	r 22=-5.7626	d 22=1.7930		
s 23	r 23= $\infty$	d 23=1.5178	n 14=1.51680	v 14=64.1983
s 24	r 24= $\infty$	d 24=0.5714		
s 25	r 25= $\infty$	d 25=0.2048	n 15=1.55232	v 15=63.4241
s 26	r 26= $\infty$	d 26=0.3809		
s 27	r 27= $\infty$	d 27=0.3571	n 16=1.55671	v 16=58.5624
s 28	r 28= $\infty$	d 28=0.3851		

上記表 1 に示すように、ズームレンズ 1 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔 d 1 0、d 1 5、d 1 8 及び d 2 2 は可

変 ( v a r i a b l e ) となる。そこで、表 2 に広角端 (  $f = 1.00$  )、  
望遠端 (  $f = 39.00$  ) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 (  $f =$   
19.5) における各値を示す。

表 2

焦点距離 ( $f$ )	1.00	19.50	39.00
画角 ( $2\omega$ )	67.5	3.14	1.55
d 10	0.38095	13.06149	14.35356
d 15	14.35319	1.67256	0.38095
d 18	3.32261	1.73878	4.18323
d 22	1.79302	3.37693	0.93203

5

また、第 1 レンズ群 G r 1、第 3 レンズ群 G r 3 及び第 4 レンズ群 G  
r 4 おいて第 6 レンズ L 6 の面 s 9、第 10 レンズ L 10 の面 s 17、s 1  
8 及び第 11 レンズ L 11 の面 s 19 は非球面に形成されている。表 3  
に上記面 s 9、s 17、s 18 及び s 19 の 4 次、6 次、8 次、10 次  
10 の非球面係数 A 4、A 6、A 8、A 10 を示す。

表 3

非球面係数	A 4	A 6	A 8	A 10
s 9	1.27E-05	9.63E-08	2.87E-09	-4.03E-011
s 17	-1.69E-03	-1.32E-03	-6.14E-05	1.72E-05
s 18	-8.08E-04	-1.71E-03	2.71E-05	1.71E-05
s 19	-4.19E-03	1.07E-04	-1.58E-04	3.44E-05

なお、上記表 3 中の「E」は、10 を底とする指数表現を意味するも  
のとする（後述する表 7、表 11、表 15 及び表 19 においても同様で  
15 ある）。

表 4 にズームレンズ 1 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 $f$ 、 $F_{no}$  及び  $2\omega$  の値を示す。

表 4

式番号		
(1)	$n_1 - n_2$	0.3901
(2)	$ v_1 - v_2 $	66.49
(3)	$ n_2 - n_3 $	0.0603
(4)	$v_{23}$	117.4
(5)	$\Delta P_{23}$	0.0925
	$f$	1.0~39.00
	$F_{no}$	1.69~4.33
	$2\omega$	1.54~67.5

- 5 図 2 乃至図 4 にズームレンズ 1 の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。
- 10

表 5 に第 2 の実施の形態にかかるズームレンズ 2 の数値実施例における各値を示す。

表 5

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=43.1956	d 1=1.1017	n 1=1.58913	v 1=61.2526
s 2	r 2=40.0010	d 2=4.0001		
s 3	r 3=-457.8264	d 3=1.5000	n 2=1.65844	v 2=50.8546
s 4	r 4=-56.2690	d 4=0.9000		
s 5	r 5=14.2791	d 5=0.9000	n 3=1.92286	v 3=20.8835
s 6	r 6=11.5003	d 6=2.9194	n 4=1.45650	v 4=90.2697
s 7	r 7=-21.2417	d 7=0.4000	n 5=1.51680	v 5=64.1983
s 8	r 8=595.1446	d 8=0.0500		
s 9	r 9=12.1720	d 9=1.1456	n 6=1.71300	v 6=53.9389
s 10	r 10=14.6323	d 10=0.4000		
s 11	r 11=20.4083	d 11=0.2250	n 7=1.88300	v 7=40.8054
s 12	r 12=3.1099	d 12=1.5000		
s 13	r 13=-3.1147	d 13=0.2000	n 8=1.77250	v 8=49.6243
s 14	r 14=3.5001	d 14=0.7220	n 9=1.84666	v 9=23.7848
s 15	r 15=-27.8718	d 15=15.6859		
s 16 絞り	r 16= $\infty$	d 16=0.7250		
s 17	r 17=5.6740	d 17=0.7000	n 10=1.58313	v 10=59.4596
s 18	r 18=-10.6219	d 18=0.4000		
s 19	r 19=8.3468	d 19=1.0000	n 11=1.51680	v 11=64.1983
s 20	r 20= $\infty$	d 20=0.6362	n 12=1.84666	v 12=23.7848
s 21	r 21=5.7586	d 21=4.6364		
s 22	r 22=4.4476	d 22=0.7570	n 13=1.48749	v 13=70.4412
s 23	r 23=-6.2578	d 23=0.4274		
s 24	r 24= $\infty$	d 24=1.5937	n 14=1.51680	v 14=64.1983
s 25	r 25= $\infty$	d 25=0.6000		
s 26	r 26= $\infty$	d 26=0.2150	n 15=1.55232	v 15=63.4241
s 27	r 27= $\infty$	d 27=0.4000		
s 28	r 28= $\infty$	d 28=0.3750	n 16=1.55671	v 16=58.5624
s 29	r 29= $\infty$	d 29=0.398199		

上記表 5 に示すように、ズームレンズ 2 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔 d 1 0、d 1 5、d 2 1 及び d 2 3 は可

変 (variable) となる。そこで、表 6 に広角端 ( $f = 1.00$ )、望遠端 ( $f = 40.00$ ) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ( $f = 20.00$ ) における  $d_{10}$ 、 $d_{15}$ 、 $d_{21}$  及び  $d_{23}$  の各値を示す。

表 6

焦点距離 ( $f$ )	1.00	20.00	40.00
画角 ( $2\omega$ )	69.2	3.24	1.60
$d_{10}$	0.40001	14.20236	15.68574
$d_{15}$	15.68586	1.8835	0.40001
$d_{21}$	4.6364	0.8516	1.93045
$d_{23}$	0.42737	4.21218	3.13345

5

また、第 1 レンズ群  $G_{r1}$ 、第 3 レンズ群  $G_{r3}$  及び第 4 レンズ群  $G_{r4}$  において、第 6 レンズ  $L_6$  の面  $s_{10}$ 、第 10 レンズ  $L_{10}$  の面  $s_{17}$ 、 $s_{18}$  及び第 13 レンズ  $L_{13}$  の面  $s_{21}$ 、 $s_{23}$  は非球面に形成されている。表 7 に上記面  $s_{10}$ 、 $s_{17}$ 、 $s_{18}$ 、 $s_{21}$  及び  $s_{23}$  の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を示す。

表 7

非球面係数	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$s_9$	1.20E-06	-1.52E-07	9.54E-09	-1.70E-10
$s_{17}$	5.34E-04	-3.68E-04	1.36E-04	1.71E-05
$s_{18}$	2.33E-03	-4.69E-04	1.88E-04	1.04E-05
$s_{22}$	-5.42E-04	4.06E-05	-1.81E-04	1.09E-04
$s_{23}$	3.35E-03	-7.96E-05	-1.13E-04	9.91E-05

表 8 にズームレンズ 2 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 $f$ 、 $F_{no}$  及び  $2\omega$  の値を示す。

表 8

式番号		
(1)	$n_1 - n_2$	20.4664
(2)	$ v_1 - v_2 $	69.39
(3)	$ n_2 - n_3 $	0.0603
(4)	$v_{23}$	173.6
(5)	$\Delta P_{23}$	0.1901
	$f$	1.0~40.00
	$F_{no}$	2.22~4.00
	$2\omega$	1.6~69.2

- 5 図 6 乃至図 8 にズームレンズ 2 の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。
- 10

表 9 に第 3 の実施の形態にかかるズームレンズ 3 の数値実施例における各値を示す。

表 9



s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=135.0548	d 1=1.6367	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=21.9858	d 2=6.3098		
s 3	r 3=87.9983	d 3=2.7379	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-151.9657	d 4=0.2842		
s 5	r 5=54.8202	d 5=1.0690	n 3=1.69680	v 3=55.5
s 6	r 6=27.0625	d 6=6.3819		
s 7	r 7=55.0902	d 7=2.9200	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 8	r 8=-47.7401	d 8=0.3016		
s 9	r 9=22.1424	d 9=0.9025	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 10	r 10=15.9194	d 10=5.1095	n 6=1.45650	v 6=90.3
s 11	r 11=-22.6561	d 11=0.6837	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 12	r 12=-124.6613	d 12=0.3247		
s 13	r 13=15.9313	d 13=2.3449	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 14	r 14=-183.8100	d 14=0.5368		
s 15	r 15=91.4222	d 15=0.2735	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 16	r 16=3.6956	d 16=1.0809		
s 17	r 17=-4.6904	d 17=0.9454	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 18	r 18=3.3394	d 18=1.6882	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 19	r 19=45.5199	d 19=14.8645		
s 20 絞り	r 20= $\infty$	d 20=0.6047		
s 21	r 21=11.1968	d 21=1.3505	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 22	r 22=-10.4032	d 22=0.2665		
s 23	r 23=11.0257	d 23=0.5414	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 24	r 24=5.2712	d 24=1.3392	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 25	r 25=-13.1584	d 25=0.4727		
s 26	r 26=-12.2901	d 26=0.4840	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 27	r 27=11.4654	d 27=0.6227		
s 28	r 28=-14.1912	d 28=1.4856	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 29	r 29=4.9588	d 29=1.4856	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 30	r 30=165.9091	d 30=6.8242		
s 31	r 31=13.0236	d 31=1.5531	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 32	r 32=-8.8958	d 32=0.3449		
s 33	r 33=5.1931	d 33=2.0490	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 34	r 34=-4.9541	d 34=0.7020	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 35	r 35=-146.0034	d 35=1.2800		
s 36 71H7	r 36= $\infty$	d 36=1.6731	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 37 71H7	r 37= $\infty$			

上記表 9 に示すように、ズームレンズ 3 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって、面間隔  $d_{14}$ 、 $d_{19}$ 、 $d_{25}$  及び  $d_{30}$  は可変 (variable) となる。そこで、表 10 に広角端 ( $f = 1.00$ )、望遠端 ( $f = 39.02$ ) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ( $f = 17.45$ ) における  $d_{14}$ 、 $d_{19}$ 、 $d_{25}$  及び  $d_{30}$  の各値を示す。

表 10

焦点距離 ( $f$ )	1.00	17.45	39.02
画角 ( $2\omega$ )	82.95	5.71	2.50
$d_{14}$	0.5368	12.8688	14.1923
$d_{19}$	14.8645	2.5320	1.2091
$d_{25}$	0.4727	5.5619	3.5454
$d_{30}$	6.8242	1.7355	3.7528

また、第 3 レンズ群  $G_r 3$  及び第 5 レンズ群  $G_r 5$  において第 13 レンズ  $L_{13}$  の面  $s_{21}$  及び第 19 レンズ  $L_{19}$  の面  $s_{33}$  は非球面に形成されている。表 11 に上記面  $s_{21}$  及び  $s_{33}$  の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を示す。

表 11

非球面係数	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$s_{21}$	-6.270E-04	-1.815E-05	3.070E-06	-1.531E-07
$s_{33}$	1.307E-04	-4.900E-05	1.077E-05	-2.187E-07

表 12 にズームレンズ 1 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 $f$ 、 $F_{no}$  及び  $2\omega$  の値を示す。

表 1 2

式番号		
( 1 )	$n 1 - n 2$	0.3902
( 2 )	$  v 1 - v 2  $	66.5
( 3 )	$  n 2 - n 3  $	0.0603
( 4 )	$v 23$	119.1
( 5 )	$\Delta P 23$	0.0955
	$f$	1.0 ~ 39.02
	$F n o$	1.87 ~ 3.50
	$2 \omega$	2.50 ~ 82.95

図 1 0 乃至図 1 2 にズームレンズ 1 の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

表 1 3 に第 4 の実施の形態にかかるズームレンズ 4 の数値実施例における各値を示す。

表 1 3

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=66.2882	d 1=1.6539	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=20.6541	d 2=6.4156		
s 3	r 3=49.1034	d 3=3.3840	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-572.0262	d 4=0.2347		
s 5	r 5=58.5826	d 5=1.0650	n 3=1.6980	v 3=55.5
s 6	r 6=24.3020	d 6=5.8909		
s 7	r 7=46.5948	d 7=3.3143	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 8	r 8=-66.8306	d 8=0.3892		
s 9	r 9=24.7720	d 9=0.5195	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 10	r 10=16.7406	d 10=5.3035	n 6=1.49700	v 6=81.6
s 11	r 11=-22.2555	d 11=0.5454	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 12	r 12=-115.7020	d 12=0.2226		
s 13	r 13=15.1221	d 13=2.2851	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 14	r 14=-251.5416	d 14=0.4697		
s 15	r 15=-176.6693	d 15=0.2684	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 16	r 16=3.7243	d 16=1.0796		
s 17	r 17=-4.9431	d 17=0.8723	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 18	r 18=3.1824	d 18=1.5335	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 19	r 19=42.0484	d 19=14.5700		
s 20	r 20= $\infty$ (絞り)	d 20=0.6009		
s 21	r 21=10.9772	d 21=1.3420	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 22	r 22=-10.1735	d 22=0.1715		
s 23	r 23=12.1984	d 23=0.5412	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 24	r 24=5.2935	d 24=1.3420	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 25	r 25=-11.5611	d 25=0.4760		
s 26	r 26=-11.1945	d 26=0.5625	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 27	r 27=12.9747	d 27=0.7027		
s 28	r 28=-9.2151	d 28=1.4091	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 29	r 29=5.1631	d 29=1.4091	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 30	r 30=-46.6994	d 30=7.1656		
s 31	r 31=12.3391	d 31=1.5433	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 32	s 32=-10.7894	d 32=0.5325		
s 33	s 33=5.2113	d 33=2.2467	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 34	s 34=-4.2705	d 34=0.6855	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 35	s 35=-31.8581	d 35=1.2719		
s 36	s 36= $\infty$ (フィルタ)	d 36=1.6625	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 37	s 37= $\infty$ (フィルタ)	d 37=0.7970		
		0.0000		

上記表 1 3 に示すように、ズームレンズ 4 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔  $d_{14}$ 、 $d_{19}$ 、 $d_{25}$  及び  $d_{30}$  は可変 (variable) となる。そこで、表 1 4 に広角端 ( $f = 1.00$ )、望遠端 ( $f = 39.13$ ) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ( $f = 19.56$ ) における  $d_{14}$ 、 $d_{19}$ 、 $d_{25}$  及び  $d_{30}$  の各値を示す。

表 1 4

焦点距離 ( $f$ )	1.00	19.56	39.13
画角 ( $2\omega$ )	82.21	5.08	2.46
$d_{14}$	0.5368	12.8688	14.1923
$d_{19}$	14.8645	2.5320	1.2091
$d_{25}$	0.4727	5.5619	3.5454
$d_{30}$	6.8242	1.7355	3.7528

また、第 3 レンズ群  $G_r 3$  及び第 5 レンズ群  $G_r 5$  において、第 1 3 レンズ  $L_{13}$  の面  $s_{21}$  及び第 1 9 レンズ  $L_{19}$  の面  $s_{33}$  は非球面に形成されている。表 1 5 に上記面  $s_{21}$  及び  $s_{33}$  の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を示す。

表 1 5

非球面係数	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$s_{21}$	-6.546E-04	-2.577E-05	4.316E-06	-2.326E-07
$s_{33}$	1.882E-04	1.641E-05	-1.887E-06	1.300E-06

表 1 6 にズームレンズ 4 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 $f$ 、 $F_{no}$  及び  $2\omega$  の値を示す。

表 1 6

式番号		
( 1 )	$n 1 - n 2$	0.3497
( 2 )	$  v 1 - v 2  $	57.8
( 3 )	$  n 2 - n 3  $	0.0198
( 4 )	$v 23$	87.8
( 5 )	$\Delta P 23$	0.0396
	$f$	1.0 ~ 39.02
	$F n o$	1.88 ~ 3.00
	$2 \omega$	2.45 ~ 83.03

図 1 4 乃至図 1 6 にズームレンズ 4 の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

表 1 7 に第 5 の実施の形態にかかるズームレンズ 5 の数値実施例における各値を示す。

表 1 7

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=138.4722	d 1=1.8107	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=22.4749	d 2=9.5463		
s 3	r 3=204.2751	d 3=4.7628	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-77.7380	d 4=6.0572		
s 5	r 5=41.8463	d 5=0.8308	n 3=1.88300	v 3=40.8
s 6	r 6=21.4914	d 6=3.7774	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 7	r 7=-88.7216	d 7=0.0692		
s 8	r 8=23.0428	d 8=0.6777	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 9	r 9=17.7950	d 9=4.0167	n 6=1.45650	v 6=90.3
s 10	r 10=-30.0894	d 10=0.4154	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 11	r 11=-1498.1836	d 11=0.0692		
s 12	r 12=17.1194	d 12=2.3660	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 13	r 13=-159.8185	d 13=0.4847		
s 14	r 14=61.0411	d 14=0.2769	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 15	r 15=3.8574	d 15=1.2958		
s 16	r 16=-5.0162	d 16=1.0385	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 17	r 17=3.5572	d 17=1.5652	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 18	r 18=49.6140	d 18=15.8004		
s 19 絞り	r 19= $\infty$	d 19=0.6200		
s 20	r 20=10.7776	d 20=2.1463	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 21	r 21=-13.2443	d 21=0.2769		
s 22	r 22=12.0398	d 22=1.1230	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 23	r 23=5.2197	d 23=1.4341	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 24	r 24=-11.6001	d 24=0.4847		
s 25	r 25=-15.6400	d 25=0.2769	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 26	r 26=15.5021	d 26=0.2883		
s 27	r 27=-28.0035	d 27=0.2769	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 28	r 28=4.1174	d 28=0.6246	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 29	r 29=16.4185	d 29=6.5532		
s 30	r 30=14.9482	d 30=0.9614	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 31	r 31=-10.0348	d 31=0.0692		
s 32	r 32=4.4209	d 32=1.5644	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 33	r 33=-7.2877	d 33=0.2769	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 34	r 34=125.4468	d 34=1.3124		
s 35 741/7	r 35= $\infty$	d 35=1.7154	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 36 741/7	r 36= $\infty$			

上記表 17 に示すように、ズームレンズ 5 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔  $d_{13}$ 、 $d_{18}$ 、 $d_{24}$  及び  $d_{29}$  は可変 (variable) となる。そこで、表 18 に広角端 ( $f = 1.00$ )、望遠端 ( $f = 40.08$ ) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ( $f = 20.01$ ) における  $d_{13}$ 、 $d_{18}$ 、 $d_{24}$  及び  $d_{29}$  の各値を示す。

表 18

焦点距離 ( $f$ )	1.00	20.1	40.08
画角 ( $2\omega$ )	87.93	5.71	2.51
$d_{14}$	0.4847	13.8656	15.5227
$d_{18}$	15.8004	2.4194	0.7616
$d_{24}$	0.4847	5.8630	0.6428
$d_{29}$	6.5532	1.1770	6.4017

また、第 3 レンズ群  $G_r 3$  及び第 5 レンズ群  $G_r 5$  において、第 13 レンズ  $L_{13}$  の面  $s_{20}$  及び第 19 レンズ  $L_{19}$  の面  $s_{32}$  は非球面に形成されている。表 19 に上記面  $s_{20}$  及び  $s_{32}$  の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を示す。

表 19

非球面係数	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$s_{20}$	-5.873E-04	-1.478E-05	1.957E-06	-7.235E-08
$s_{32}$	1.087E-04	-1.617E-04	3.288E-05	-2.183E-06

表 20 にズームレンズ 5 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 $f$ 、



F n o 及び  $2\omega$  の値を示す。

表 2 0

式番号		
(1)	$n1 - n2$	0.3902
(2)	$ v1 - v2 $	66.5
(3)	$ n2 - n3 $	0.0603
(4)	$v23$	128.7
(5)	$\Delta P23$	0.1122
	f	1.0~40.08
	F n o	1.82~3.41
	$2\omega$	2.51~87.9

図 1 8 乃至図 2 0 にズームレンズ 5 の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

10 以上に記載したように、本発明は、40 倍程度のズーム比を備え、画角は広角端においては 67 度以上、望遠端においては 1.6 度以下と超広角域から超望遠域までをカバーしつつ、各種収差の補正が良好に為され、さらに、量産性に優れたズームレンズ、特に、民生用のビデオカメラ用として好適なズームレンズ及び撮像装置を提供することができる。

15 なお、上記した各実施の形態において示した各部の形状や数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって、本発明の技術的範囲が限定的に解釈されるこ

とがあつてはならないものである。

#### 産業上の利用可能性

- 超広角から超望遠までをカバーしつつ各種収差が良好に補正され、さらに量産性に優れ、特に民生用のビデオカメラ用ズームレンズ及びビデオカメラに使用するのに好適である。
- 5

## 請求の範囲

1. 少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1  
 レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーミング（変倍）を行うため  
 5 に光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第  
 3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーミング中における焦点位置  
 の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能と  
 された第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成される  
 インナーフォーカスタイプのズームレンズであって、

10 上記第1レンズ群は、少なくとも、物体側より順に配列された凹レン  
 ズと、凸レンズと、真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込  
 んだ3枚接合レンズとを有する

ことを特徴とするズームレンズ。

15 2. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配  
 列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ  
 A2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凹レンズA1と凸レン  
 ズA2が以下の条件式（1）、（2）を満足する材料で形成された  
 ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

20 (1)  $n_1 - n_2 > 0.3$

(2)  $|v_1 - v_2| > 40$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、  
 $n_F$ 、 $n_g$ として、

$n_x$ : レンズA<sub>x</sub> (3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。

25 以下同じ) のd線における屈折率 $n_d$

$v_x$ : レンズA<sub>x</sub>のd線におけるアッペ数  $v_d = (n_d - 1) / (n$

$F - n_C$ )

とする。

3. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配  
5 列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ  
A2と第2の凹レンズA3とから成り、上記凸レンズA2と第2の凹レ  
ンズA3とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足する材料で形  
成された

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

10  $(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$

$(4) \quad v_{23} > 80$

$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

15  $n_x$ :レンズA<sub>x</sub>(3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。  
以下同じ)のd線における屈折率 $n_d$

$v_x$ :レンズA<sub>x</sub>のd線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

$P_x$ :レンズA<sub>x</sub>の部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$

20 とする。

4. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配  
列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ  
A2と第2の凹レンズA3とから成り、上記凸レンズA2と第2の凹レ  
25 ンズA3とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足する材料で形  
成された

ことを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

- 5 但し、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ  $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$  として、

$n_x$  : レンズ  $A_x$  (3 枚接合レンズのうち物体側より  $x$  番目のレンズ。

以下同じ) の d 線における屈折率  $n_d$

$v_x$  : レンズ  $A_x$  の d 線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n$

10  $F - n_C)$

$P_x$  : レンズ  $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$

とする。

- 5 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
15 向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ、凸レンズの第  
4 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズか  
ら成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

20

6. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ、凸レンズの第  
4 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズか  
25 ら成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

7. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第  
5 4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズか  
ら成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

8. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
10 向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第  
4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズか  
ら成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

15

9. 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、  
負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向  
に移動可能とされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群  
と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正す  
20 ると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レン  
ズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とから成るインナーフォーカ  
スタイプのズームレンズであって、

上記第1レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズ  
と真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レン  
ズとを少なくとも1つずつ有する  
25 ことを特徴とするズームレンズ。

10. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、

物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とを有し、

5 上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が以下の条件式(1)、(2)を満足する材料で形成された

ことを特徴とする請求項9に記載のズームレンズ。

$$(1) \quad n_1 - n_2 > 0.3$$

$$(2) \quad |v_1 - v_2| > 40$$

10 但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

$n_x$ : レンズA<sub>x</sub>(3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。以下同じ)のd線における屈折率 $n_d$

$$v_x: \text{レンズA}_x \text{のd線におけるアッベ数 } v_d = (n_d - 1) / (n$$

15  $F - n_C)$

とする。

11. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、

物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで

20 形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とから成り、

上記凸レンズA2と第2の凹レンズA3とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足する材料で形成された

ことを特徴とする請求項9に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

25 (4)  $v_{23} > 80$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

$n_x$ : レンズ $A_x$  (3枚接合レンズのうち物体側より $x$ 番目のレンズ。以下同じ) のd線における屈折率 $n_d$

5  $v_x$ : レンズ $A_x$  のd線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

$P_x$ : レンズ $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  とする。

10 12. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、  
物体側より順に配列された第1の凹レンズ $A_1$ と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ $A_2$ と第2の凹レンズ $A_3$ とから成り、  
上記凸レンズ $A_2$ と第2の凹レンズ $A_3$ とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足する材料で形成された

15 ことを特徴とする請求項10に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

20  $n_x$ : レンズ $A_x$  (3枚接合レンズのうち物体側より $x$ 番目のレンズ。以下同じ) のd線における屈折率 $n_d$

$v_x$ : レンズ $A_x$  のd線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

25  $P_x$ : レンズ $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  とする。



1 3. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの  
5 第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、  
凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの  
第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによっ  
て構成された

ことを特徴とする請求項 9 に記載のズームレンズ。

10

1 4. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの  
第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、  
15 凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの  
第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによっ  
て構成された

ことを特徴とする請求項 10 に記載のズームレンズ。

20

1 5. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの  
第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、  
凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの  
25 第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによっ  
て構成された

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

1 6. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
5 物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの  
第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、  
凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの  
第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによっ  
て構成された

10 ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のズームレンズ。

1 7. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
15 第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8  
レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項 9 に記載のズームレンズ。

20

1 8. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
25 の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8

レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項 10 に記載のズームレンズ。

19. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
5 を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
10 スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8  
レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

20. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
15 物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8  
レンズとによって構成された

20 ことを特徴とする請求項 12 に記載のズームレンズ。

21. ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電氣  
的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、

上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用  
25 意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成  
された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換し

た新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、

上記ズームレンズは、少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーム  
5 (変倍) を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーム中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナーフォーカスタイプのズームレンズであって、

10 上記第1レンズ群は、少なくとも、物体側より順に配列された凹レンズと、凸レンズと、真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズとを有する

ことを特徴とする撮像装置。

15 22. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が以下の条件式(1)、(2)を満足する材料で形成されたことを特徴とする請求項21に記載の撮像装置。

20 (1)  $n_1 - n_2 > 0.3$

(2)  $|v_1 - v_2| > 40$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

$n_x$ : レンズA<sub>x</sub>(3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。

25 以下同じ) のd線における屈折率 $n_d$

$v_x$ : レンズA<sub>x</sub>のd線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n$

$F - n C$ )

とする。

23. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に  
5 配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レン  
ズA2と第2の凹レンズA3とから成り、上記凸レンズA2と第2の凹  
レンズA3とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足する材料で  
形成された

ことを特徴とする請求項21に記載の撮像装置。

10  $(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$

$(4) \quad v_{23} > 80$

$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

15  $n_x$ : レンズA<sub>x</sub>(3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。  
以下同じ)のd線における屈折率 $n_d$

$v_x$ : レンズA<sub>x</sub>のd線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

$P_x$ : レンズA<sub>x</sub>の部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$

20 とする。

24. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に  
配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レン  
ズA2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凸レンズA2と第2  
25 の凹レンズA3とが以下の条件式(3)、(4)、(5)を  
満足する材料で形成された

ことを特徴とする請求項 2 2 に記載の撮像装置。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

- 5 但し、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ  $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$  として、

$n_x$  : レンズ  $A_x$  (3 枚接合レンズのうち物体側より  $x$  番目のレンズ。

以下同じ) の d 線における屈折率  $n_d$

- $v_x$  : レンズ  $A_x$  の d 線におけるアッベ数  $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$
- 10

$P_x$  : レンズ  $A_x$  の部分分散比  $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  とする。

- 25 2 5. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ、凸レンズの第 4 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項 2 1 に記載の撮像装置。

20

- 2 6. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ、凸レンズの第 4 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 6 レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項 2 2 に記載の撮像装置。
- 25

27. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項23に記載の撮像装置。

28. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項24に記載の撮像装置。

## 補正書の請求の範囲

[2004年6月16日(16.06.04)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1  
9及び21は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (補正後) 少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーミング(変倍)を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナーフォーカスタイプのズームレンズであって、

10 上記第1レンズ群は、少なくとも、最も物体側に配列された凹レンズと物体側から2番目に配列された凸レンズの他に3枚接合レンズを備え、上記3枚接合レンズは特殊低分散ガラスで形成されたレンズの物体側及び像側にそれぞれ別のレンズを接合して成ることを特徴とするズームレンズ。

15

2. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が以下の条件式(1)、(2)を満足する材料で形成された

20 ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(1) \quad n_1 - n_2 > 0.3$$

$$(2) \quad |v_1 - v_2| > 40$$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

25  $n_x$ ：レンズA<sub>x</sub>(3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。以下同じ)のd線における屈折率 $n_d$

$$v_x : \text{レンズA}_x \text{のd線におけるアッベ数 } v_d = (n_d - 1) / (n$$



7. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第  
5 4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズか  
ら成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

8. 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を  
10 向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ、凸レンズの第  
4レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズか  
ら成る3枚接合レンズと、凸レンズの第6レンズとによって構成された  
ことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

15

9. (補正後) 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レ  
ンズ群と、負の屈折力を有し、主としてズーミング(変倍)を行うため  
に光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第  
3レンズ群と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変  
20 動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされ  
た第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とから成るインナ  
ーフォーカスタイプのズームレンズであって、

上記第1レンズ群は、少なくとも、最も物体側に配列された凹レンズ  
と物体側から2番目に配列された凸レンズの他に3枚接合レンズを備え、  
25 上記3枚接合レンズは特殊低分散ガラスで形成されたレンズの物体側及  
び像側にそれぞれ別のレンズを接合して成る

ことを特徴とするズームレンズ。

レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項 10 に記載のズームレンズ。

19. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
5 を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
10 スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8  
レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

20. 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面  
を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、  
15 物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの  
第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ  
の第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニ  
スカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8  
レンズとによって構成された

20 ことを特徴とする請求項 12 に記載のズームレンズ。

21. (補正後) ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ  
画像を電氣的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、

上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用  
25 意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成  
された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換し

た新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、

上記ズームレンズは、少なくとも、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し主としてズーム  
5 (変倍) を行うために光軸方向に移動可能にされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正又は負の屈折力を有しズーム中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群とを備え、4群又は5群のレンズ群から構成されるインナーフォーカスタイプのズームレンズであって、

10 上記第1レンズ群は、少なくとも、最も物体側に配列された凹レンズと物体側から2番目に配列された凸レンズの他に3枚接合レンズを備え、上記3枚接合レンズは特殊低分散ガラスで形成されたレンズの物体側及び像側にそれぞれ別のレンズを接合して成る

ことを特徴とする撮像装置。

15

22. 上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が以下の条件式(1)、(2)を満足する材料で形成された

20 ことを特徴とする請求項21に記載の撮像装置。

$$(1) \quad n_1 - n_2 > 0.3$$

$$(2) \quad |v_1 - v_2| > 40$$

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ $n_C$ 、 $n_d$ 、 $n_F$ 、 $n_g$ として、

25  $n_x$  : レンズA<sub>x</sub> (3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。以下同じ) のd線における屈折率 $n_d$

$$v_x : \text{レンズA}_x \text{のd線におけるアッペ数 } v_d = (n_d - 1) / (n$$

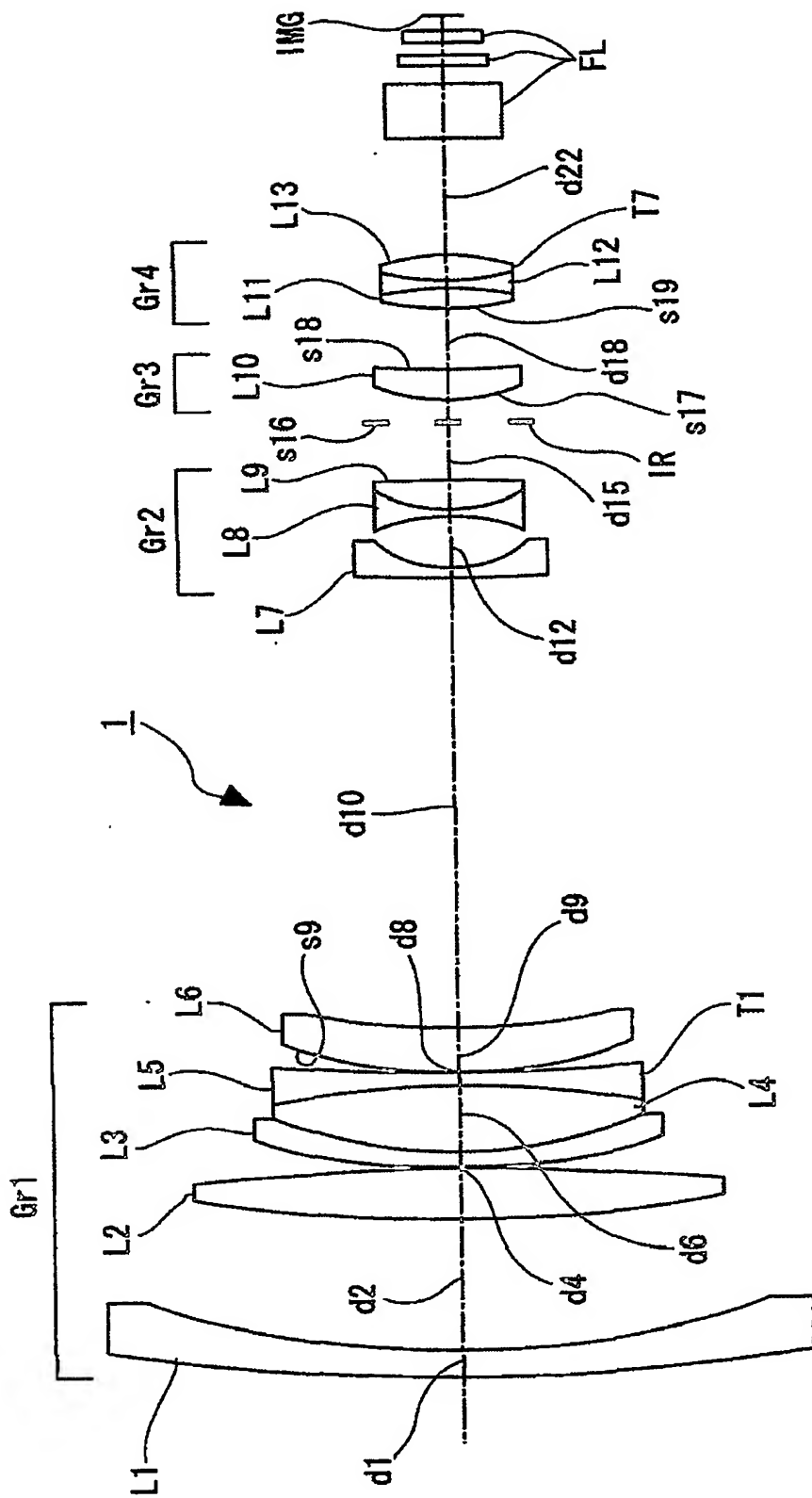


Fig.1

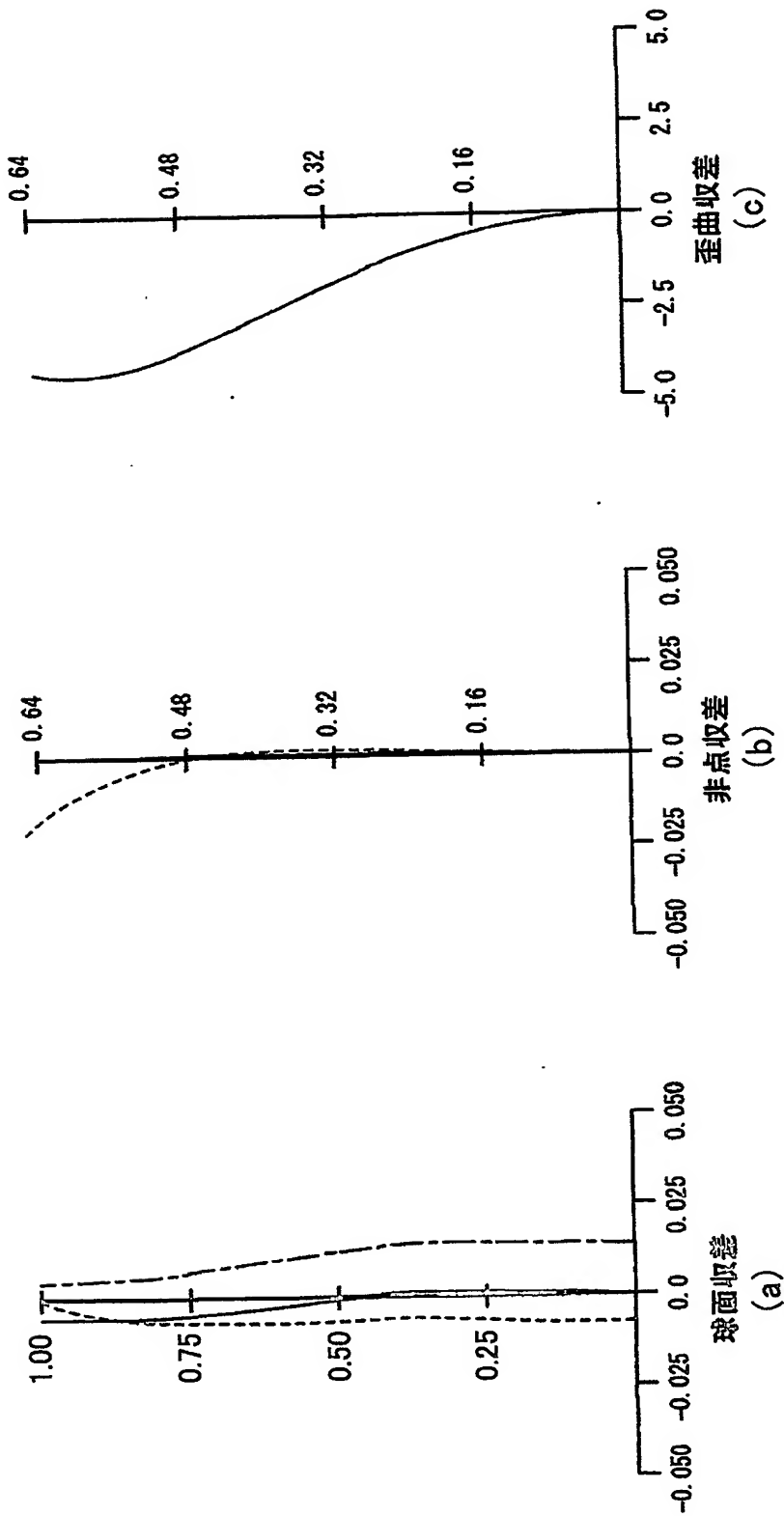


Fig.2

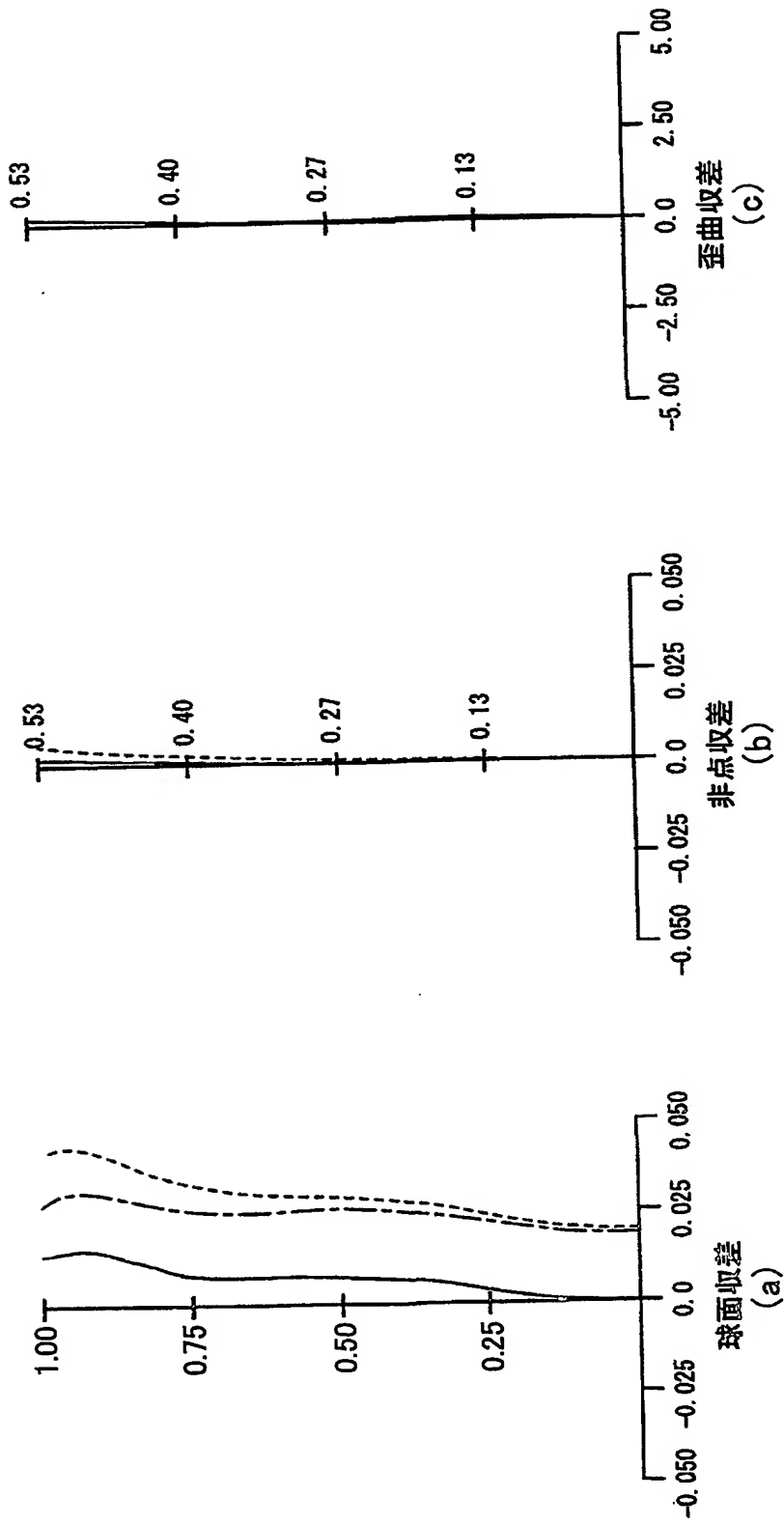


Fig.3

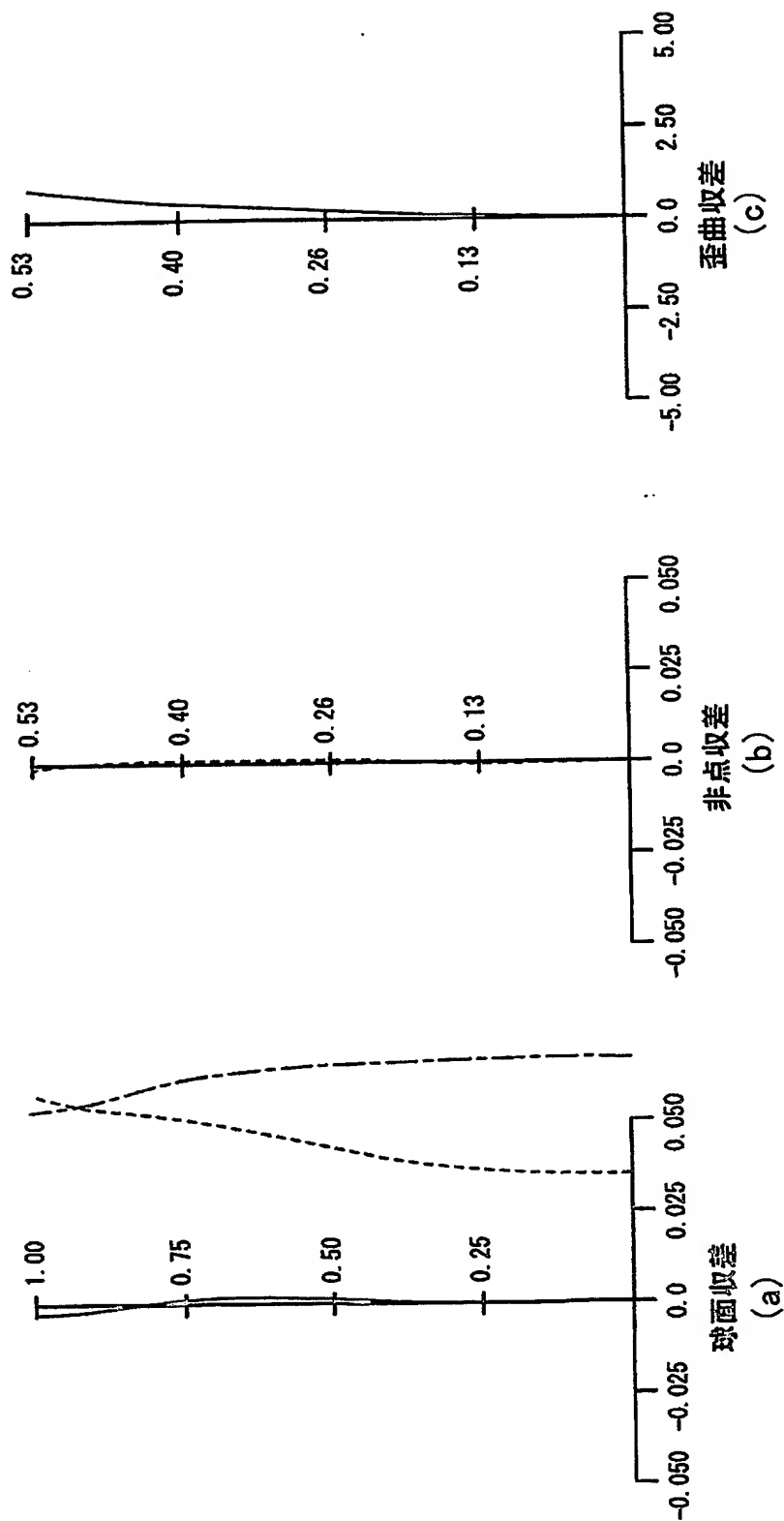


Fig.4

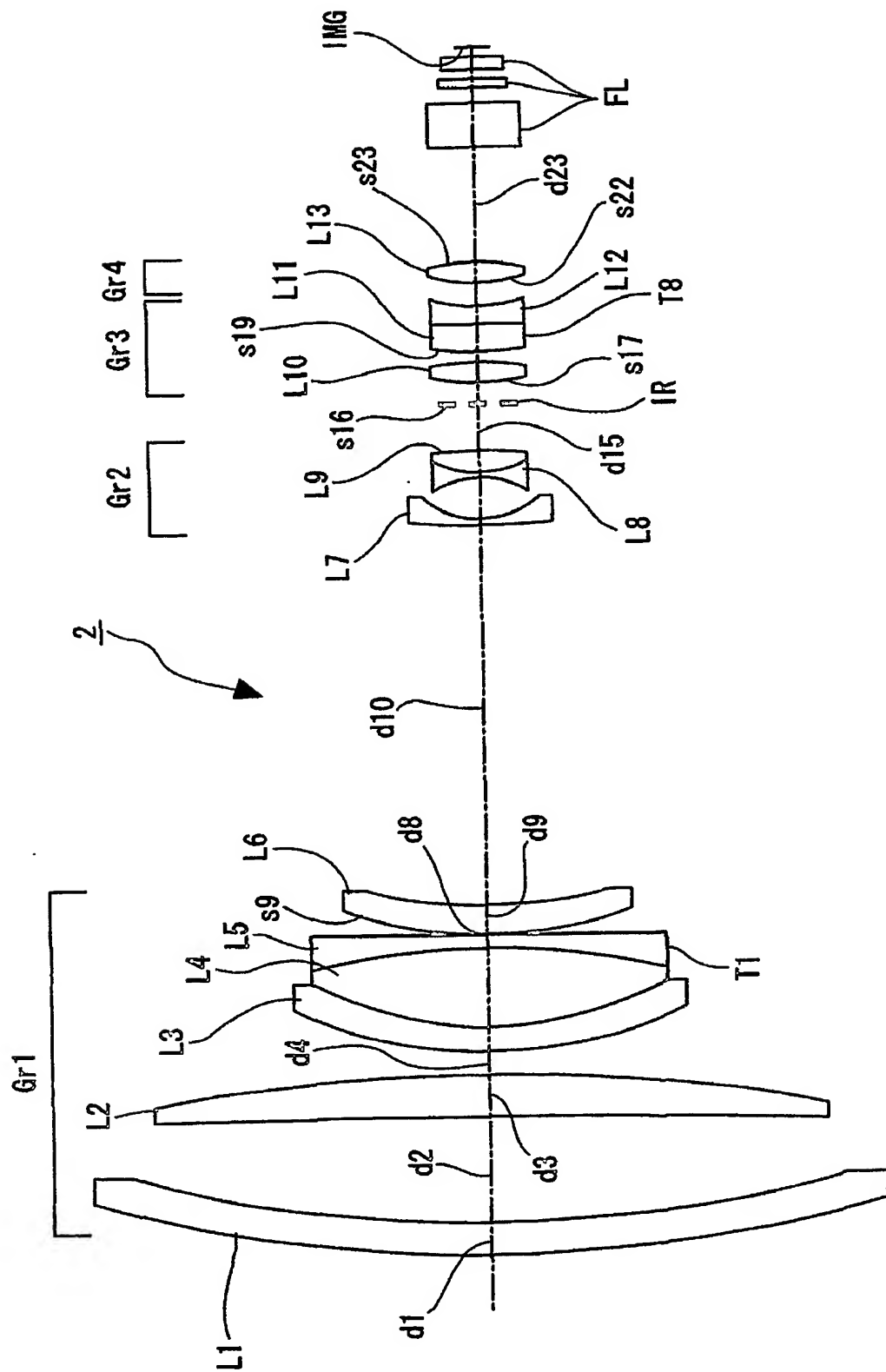


Fig. 5



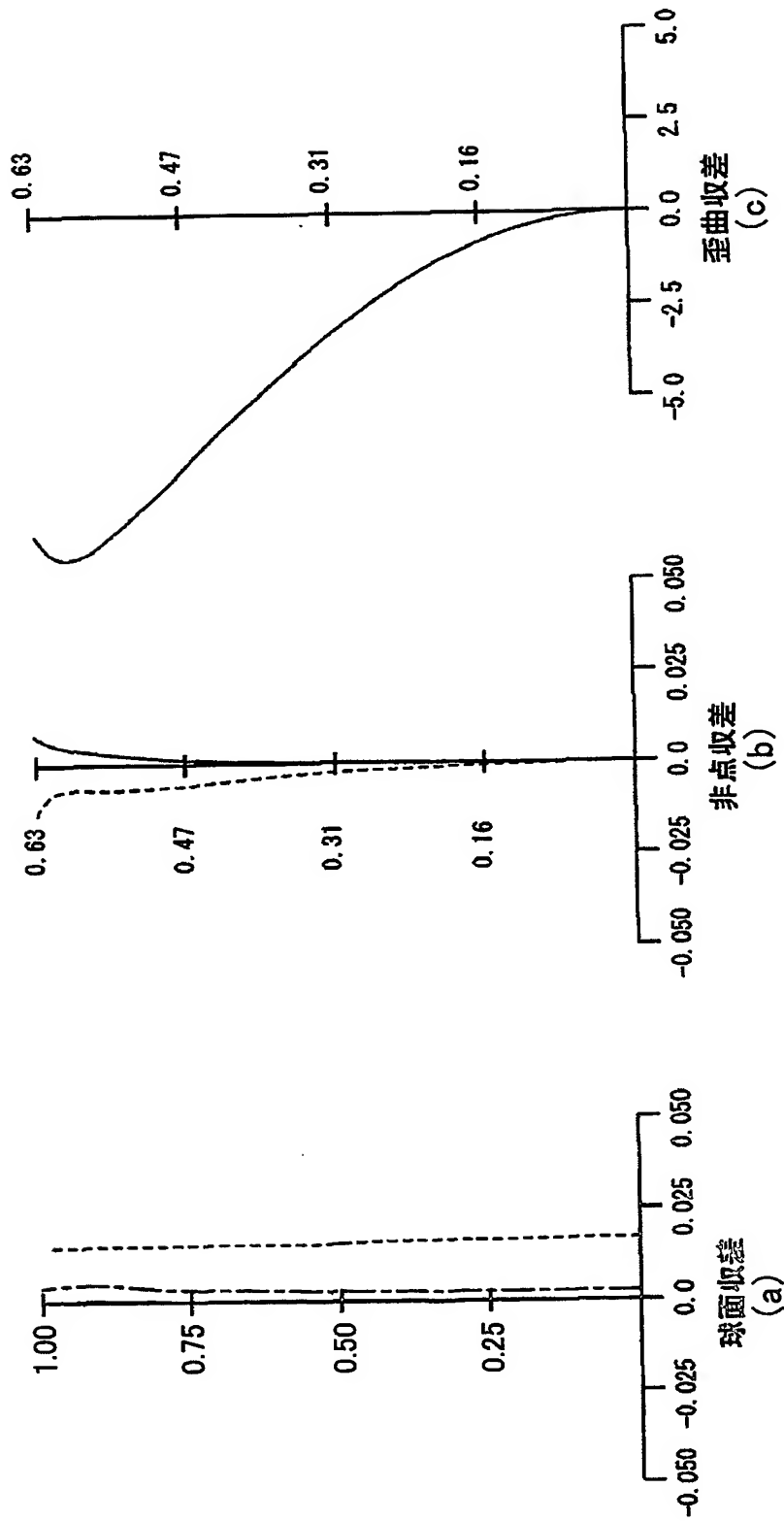


Fig.6

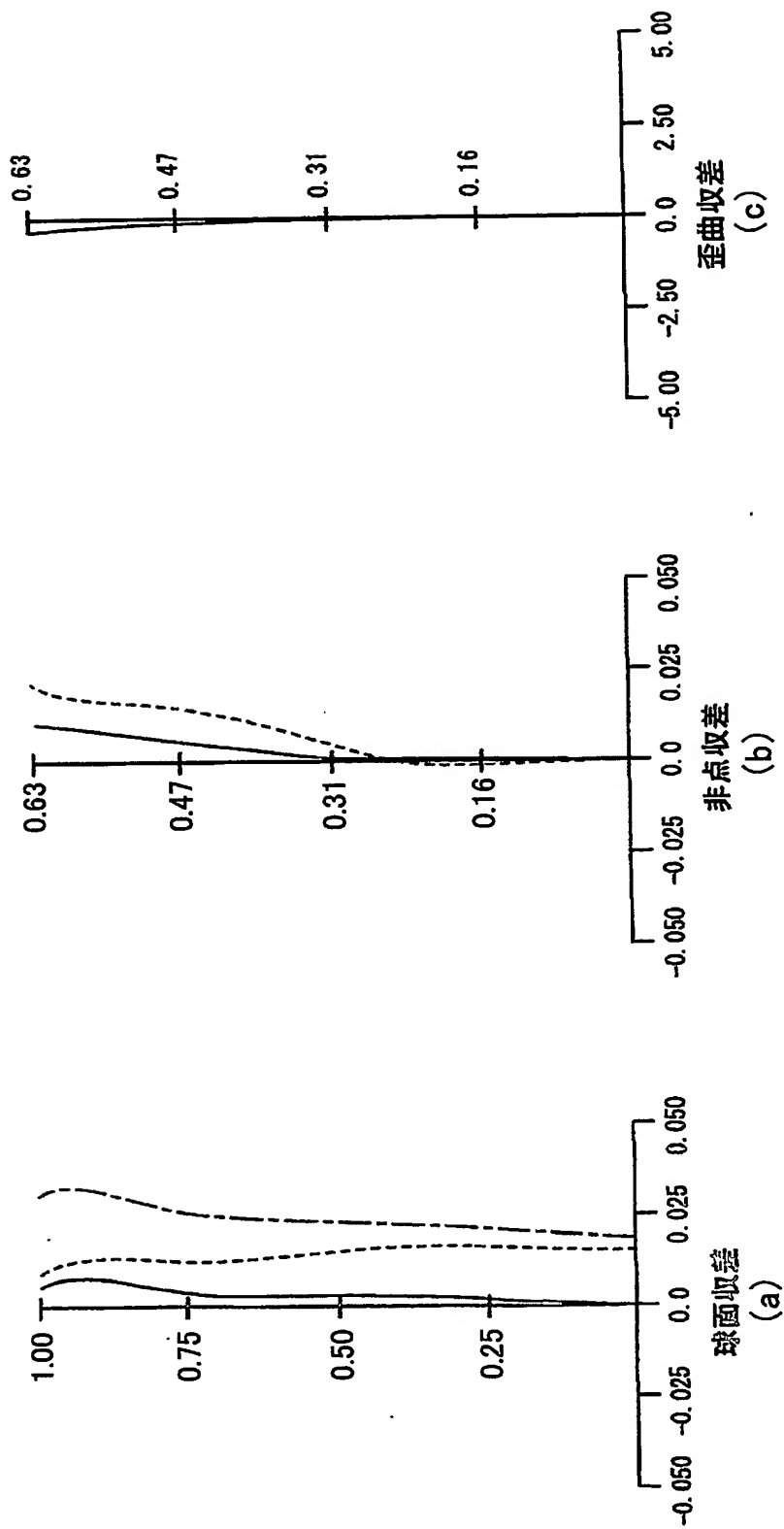


Fig.7

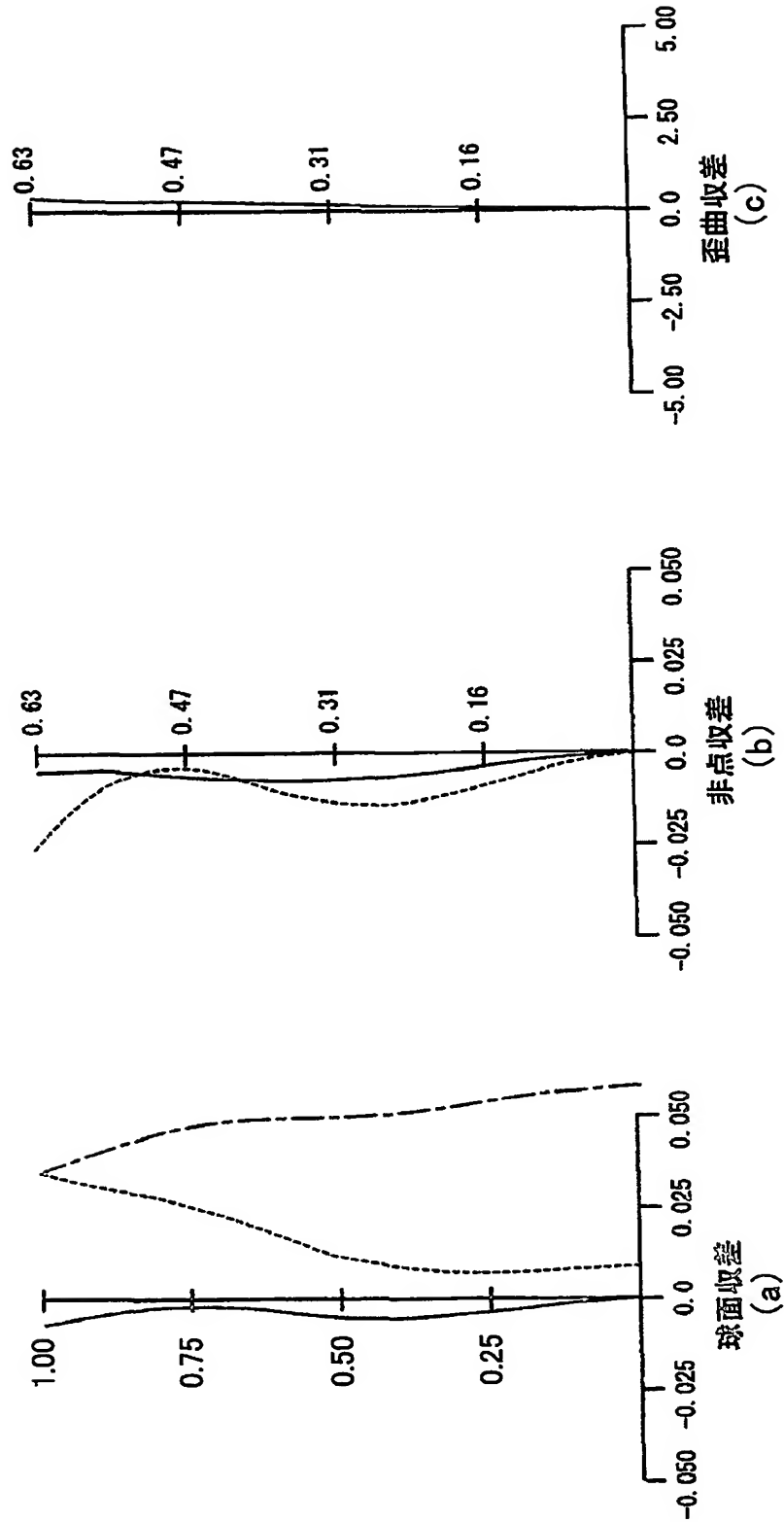


Fig.8

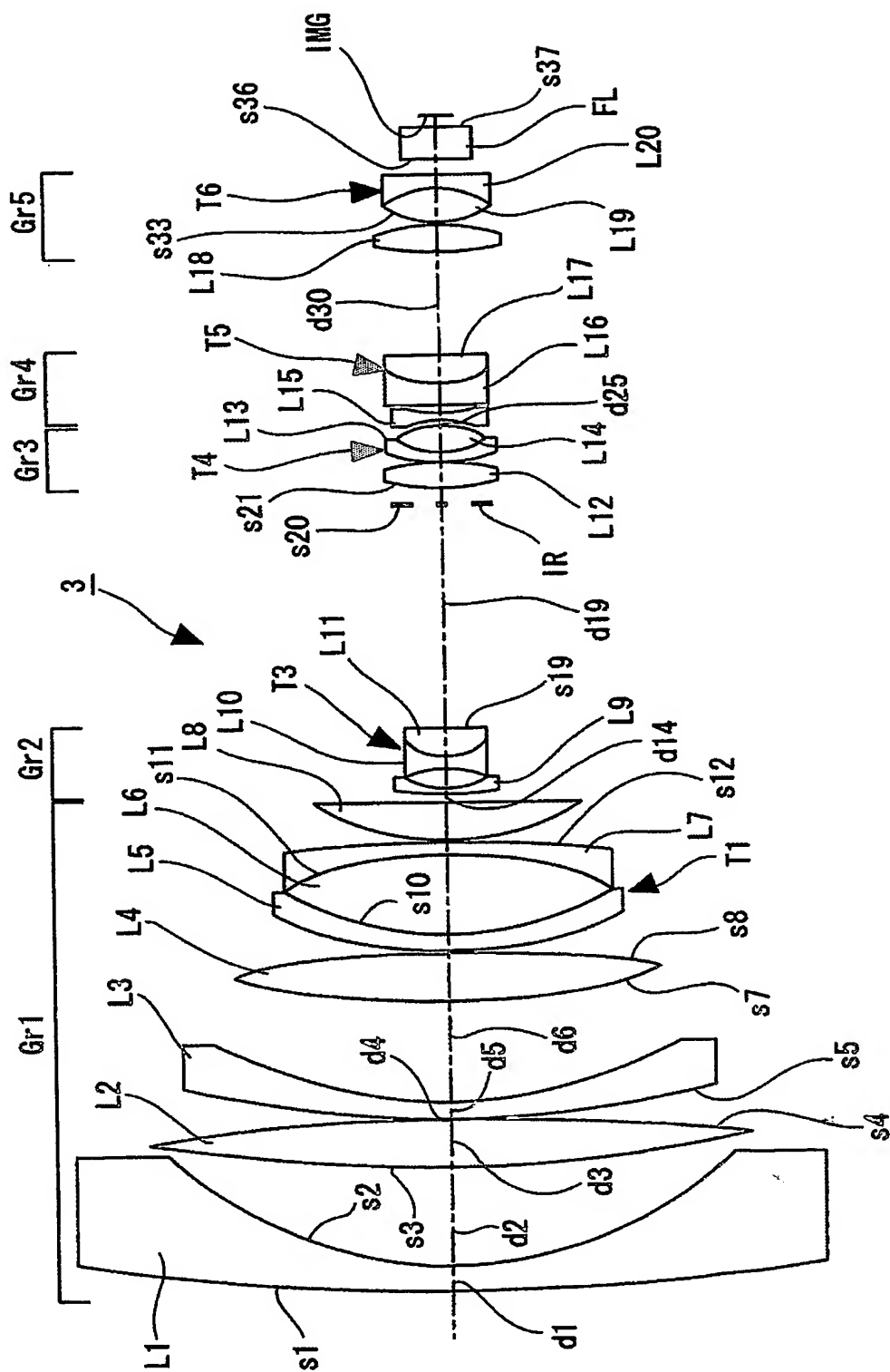


Fig.9

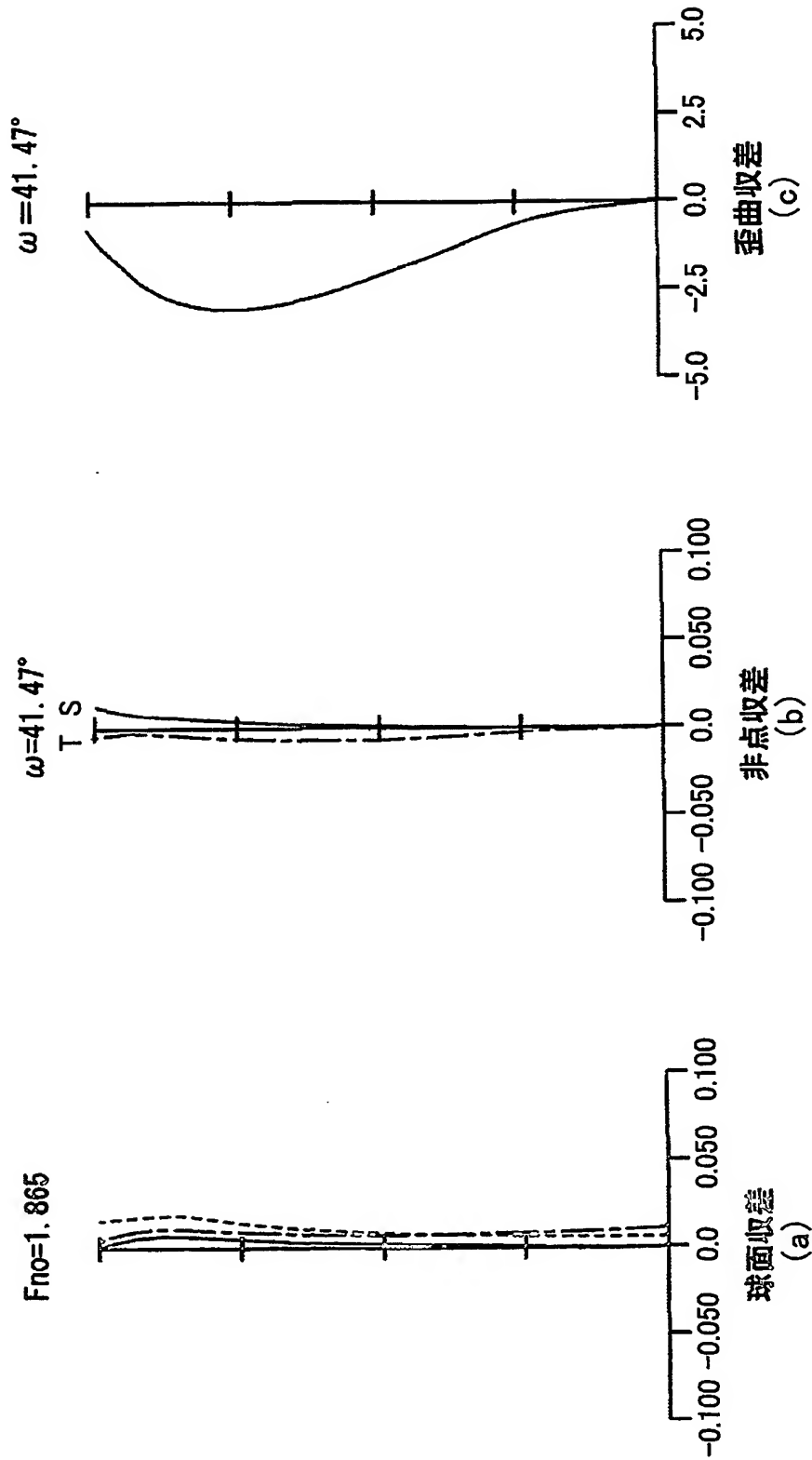


Fig.10

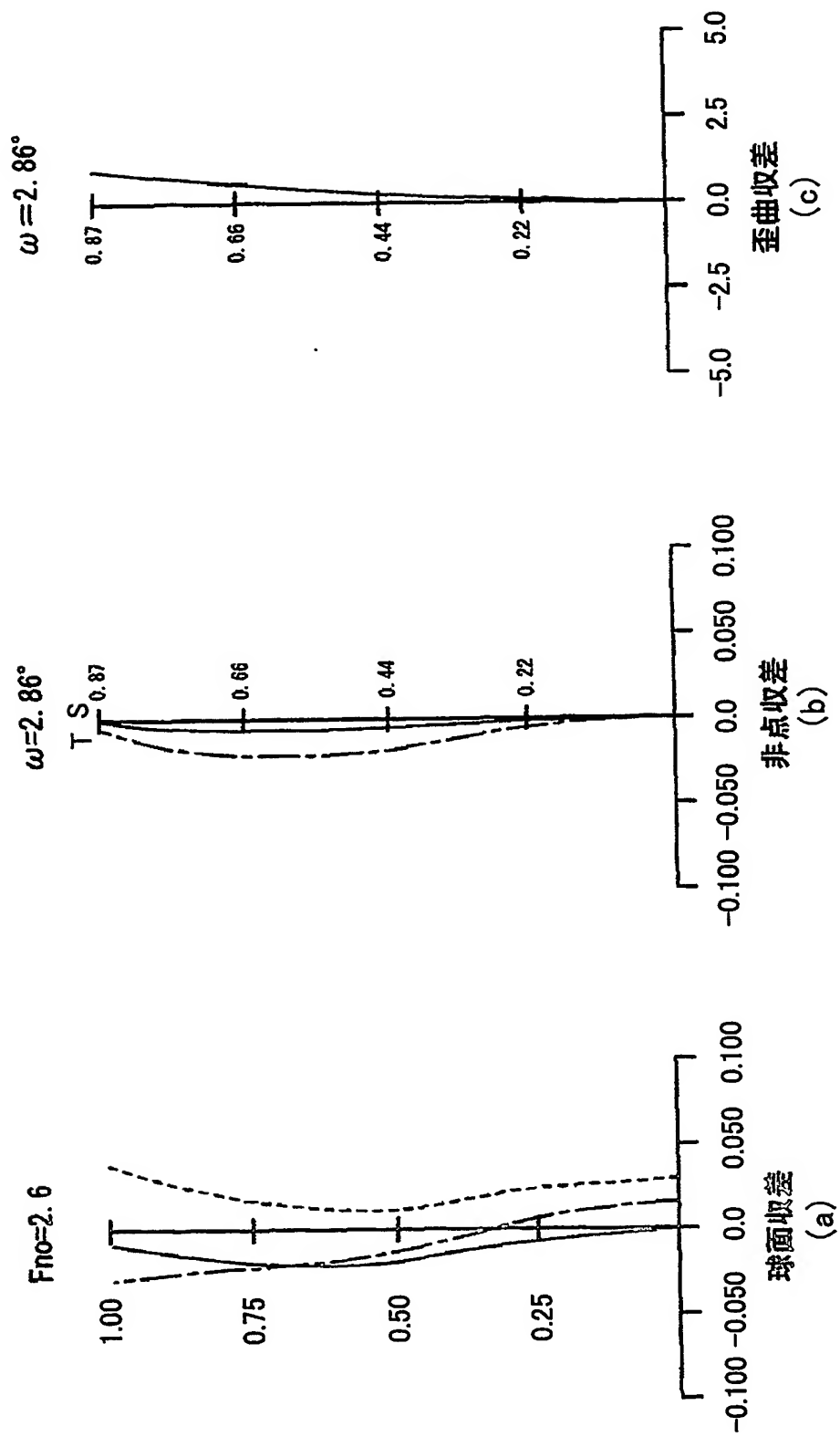


Fig.11

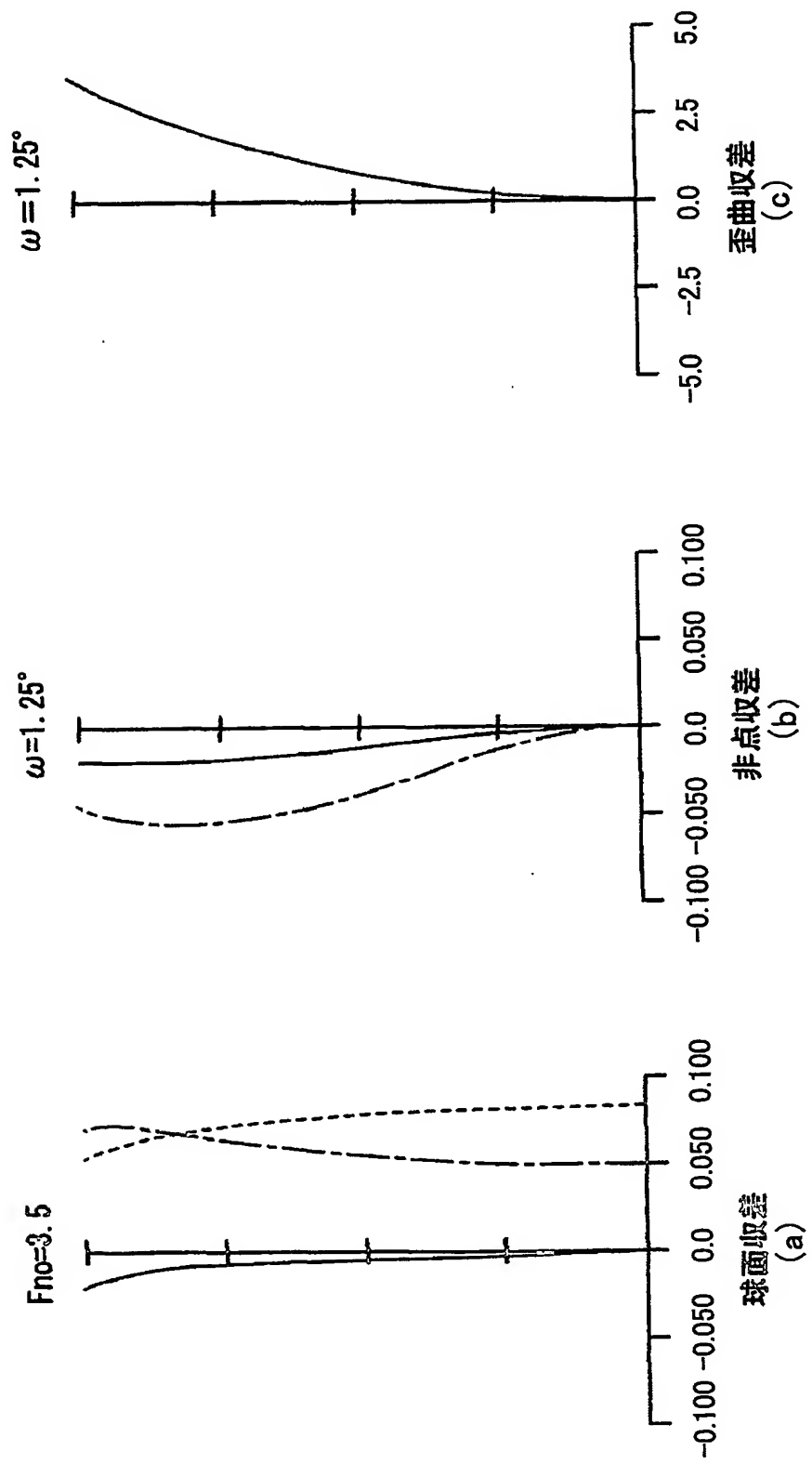


Fig.12

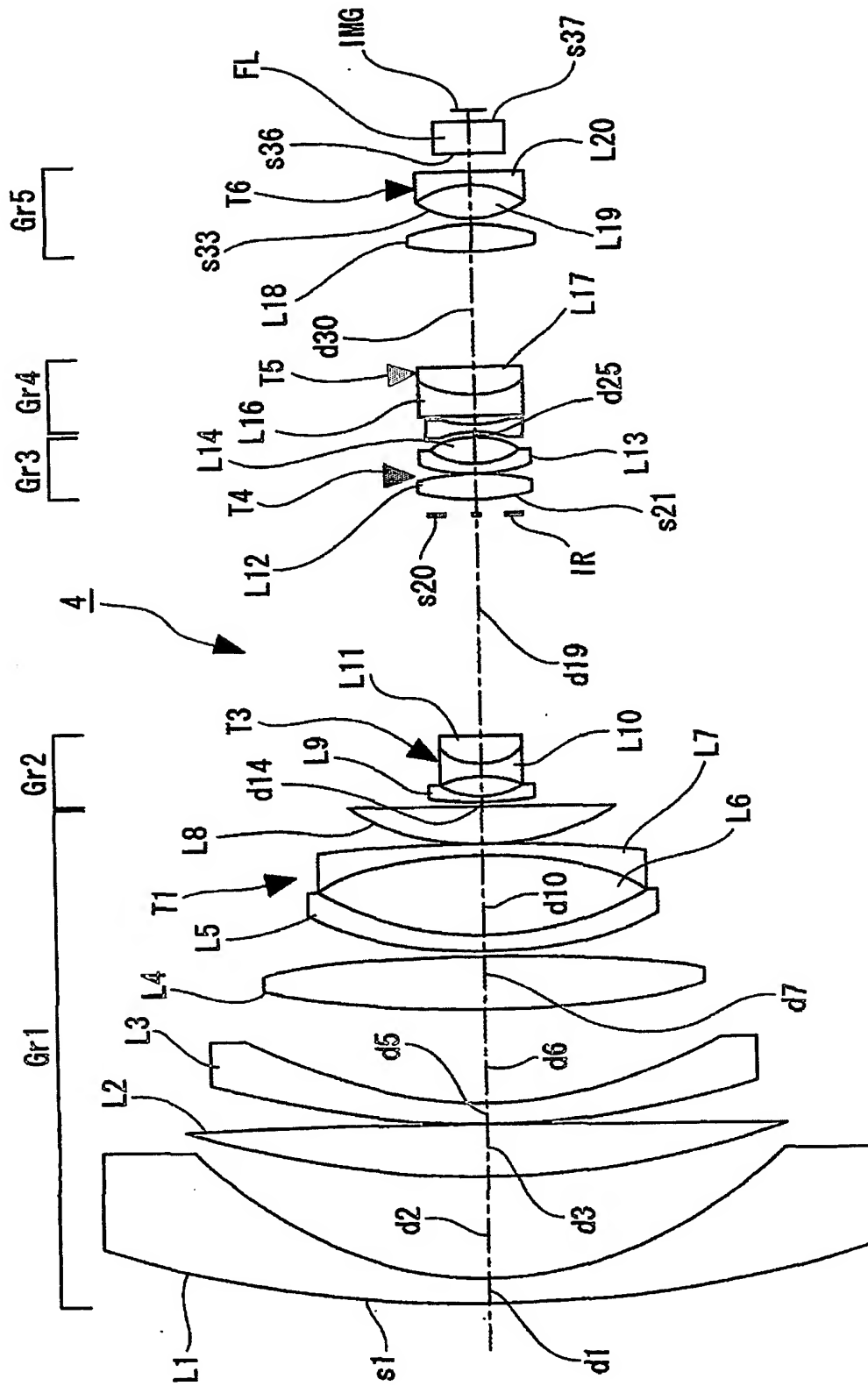


Fig.13



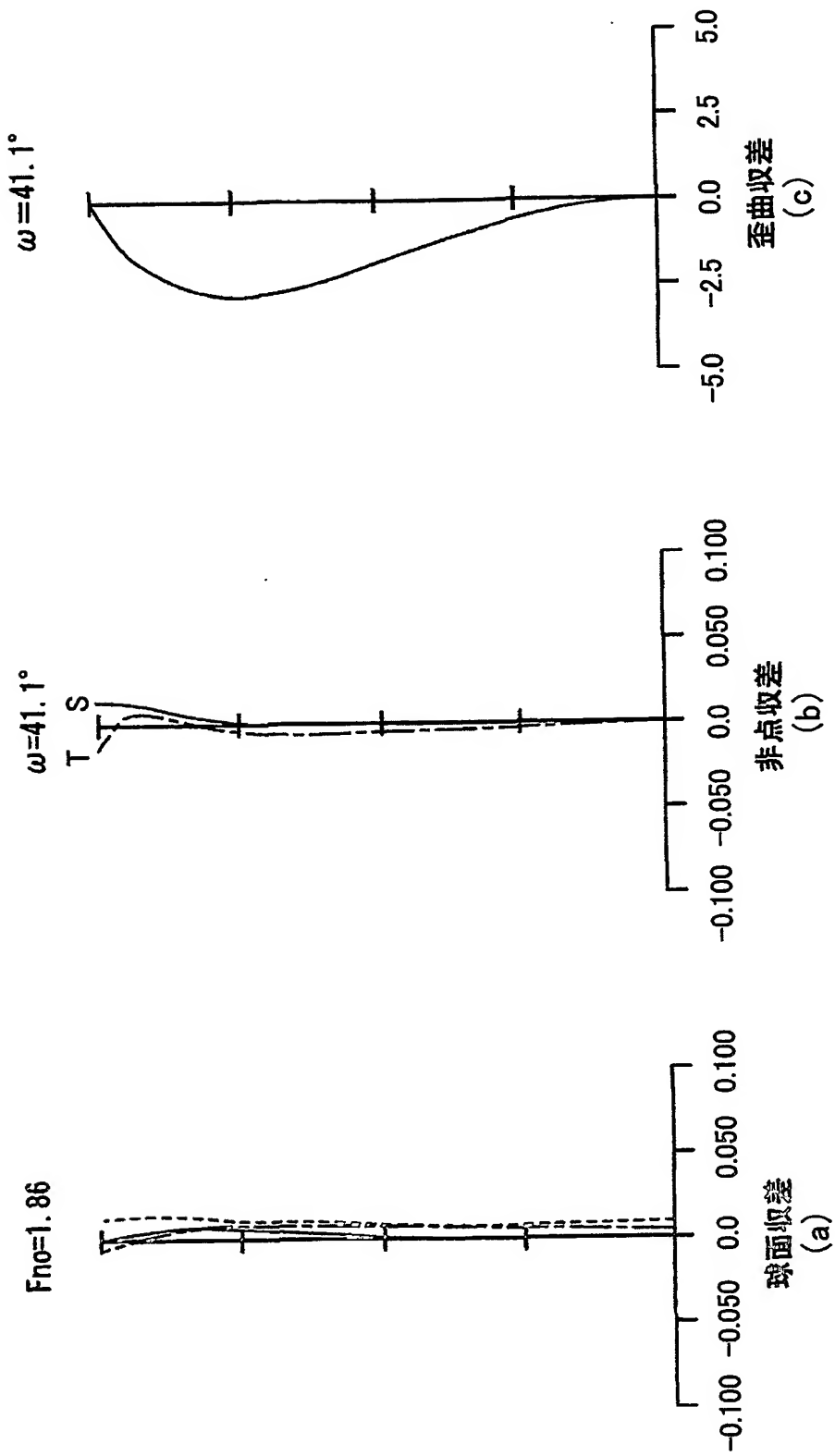


Fig.14

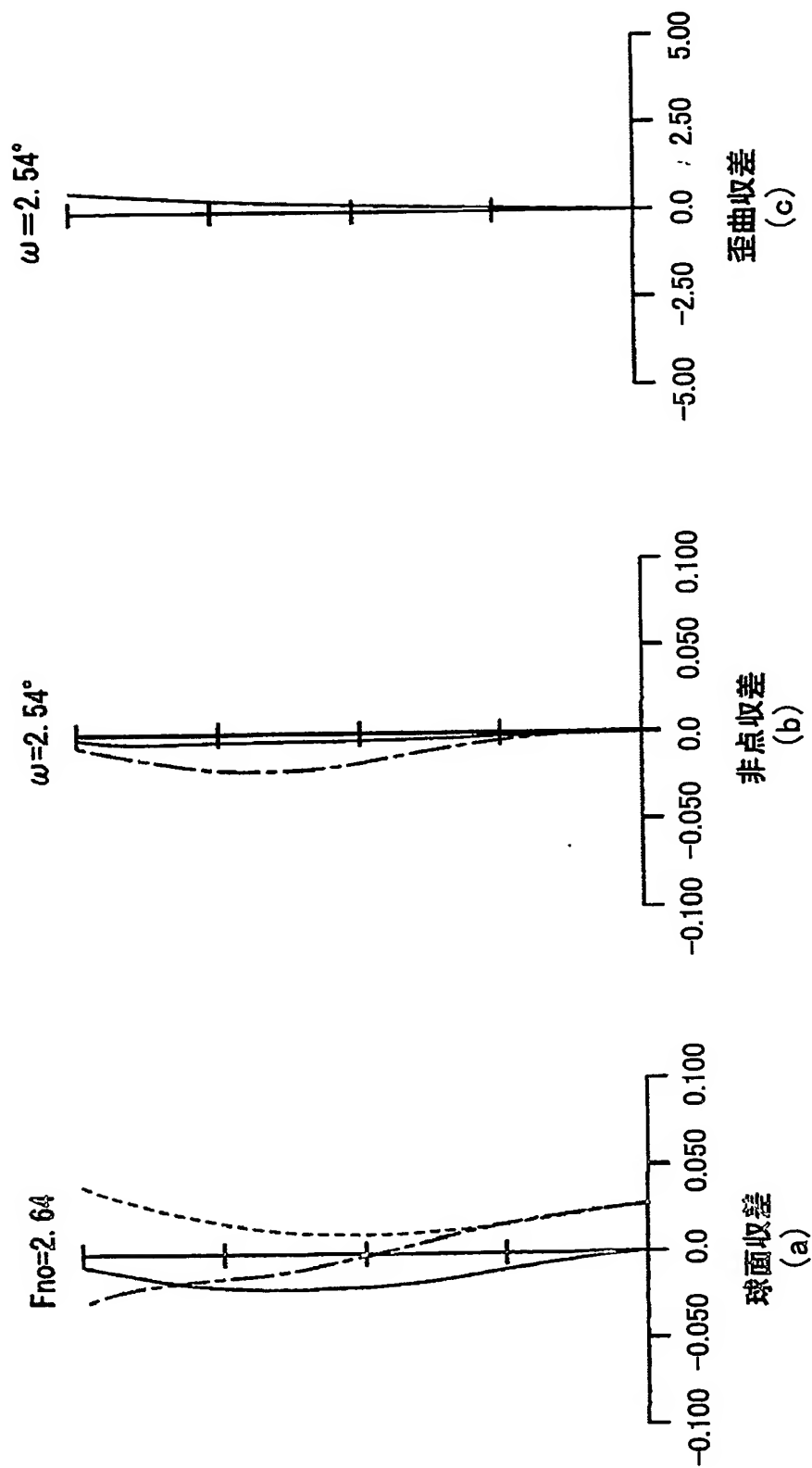


Fig.15

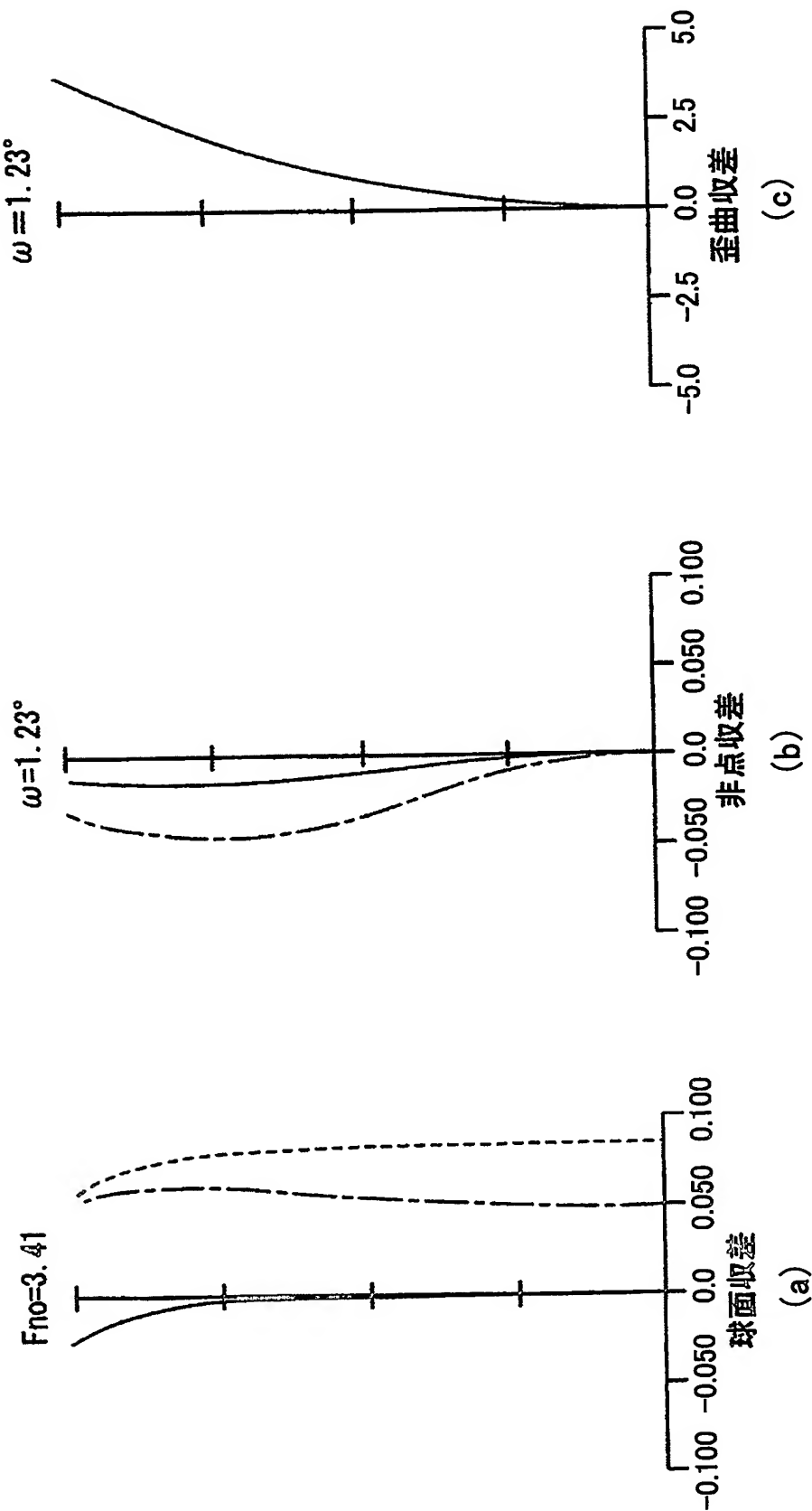


Fig.16

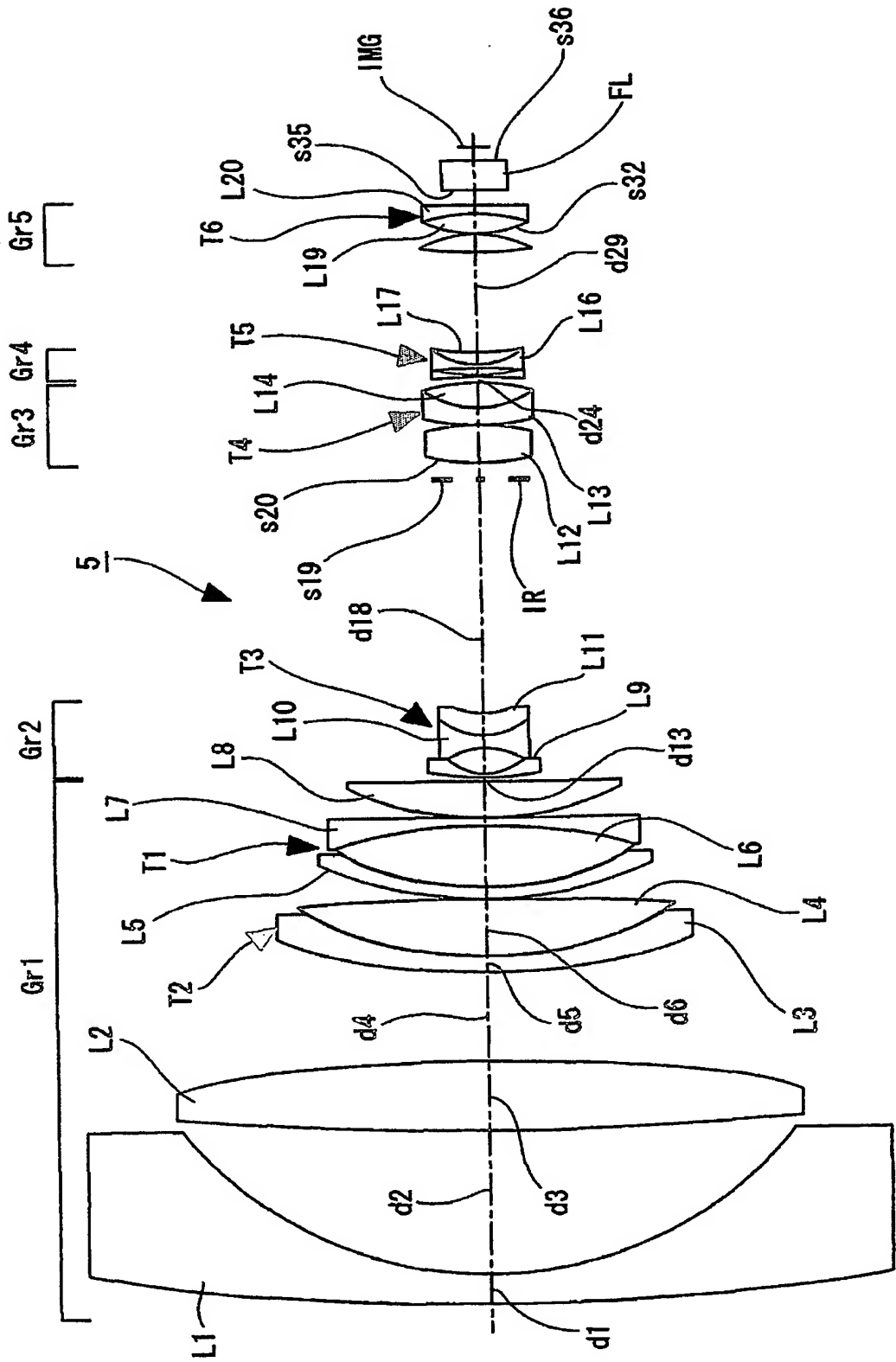


Fig.17

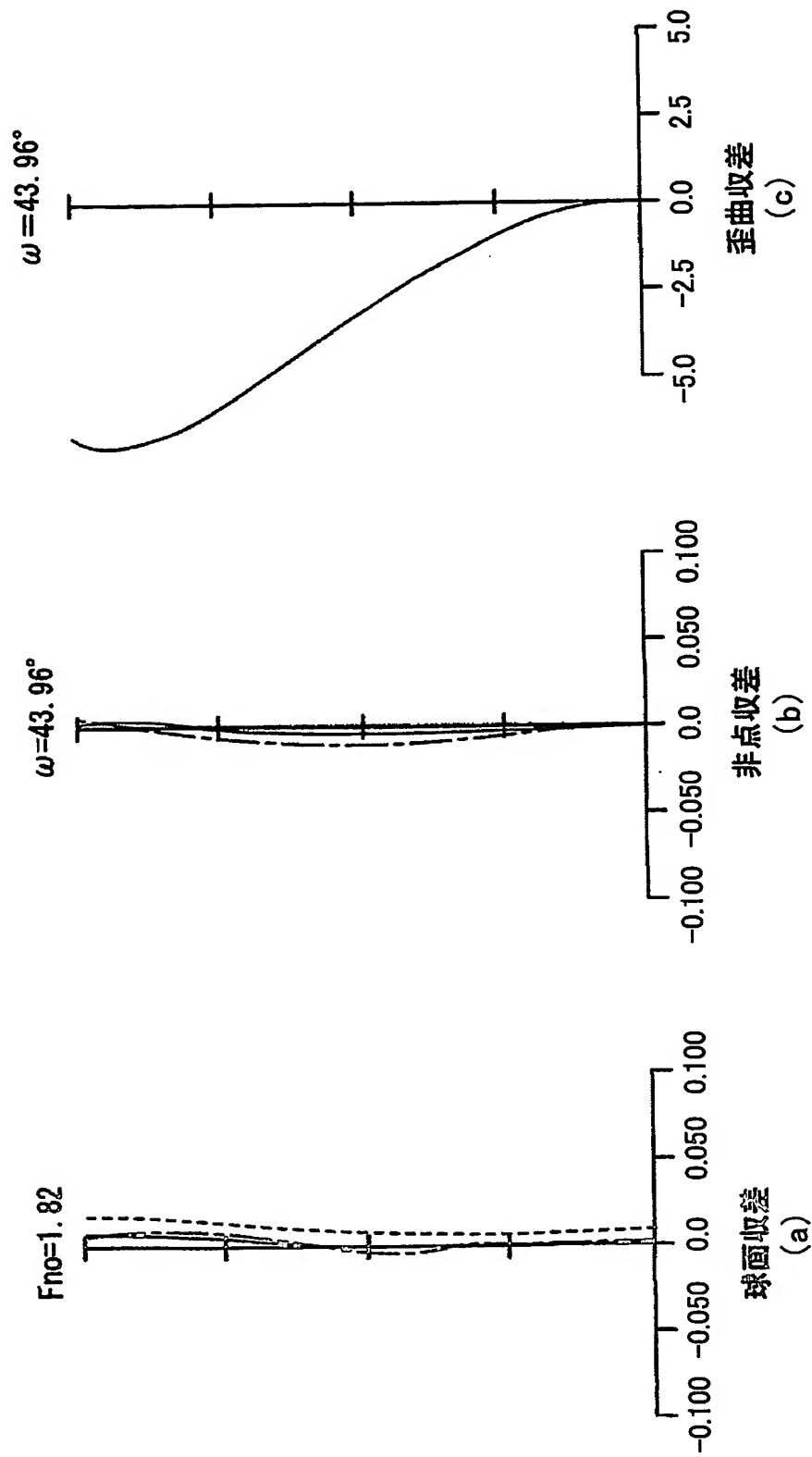


Fig.18

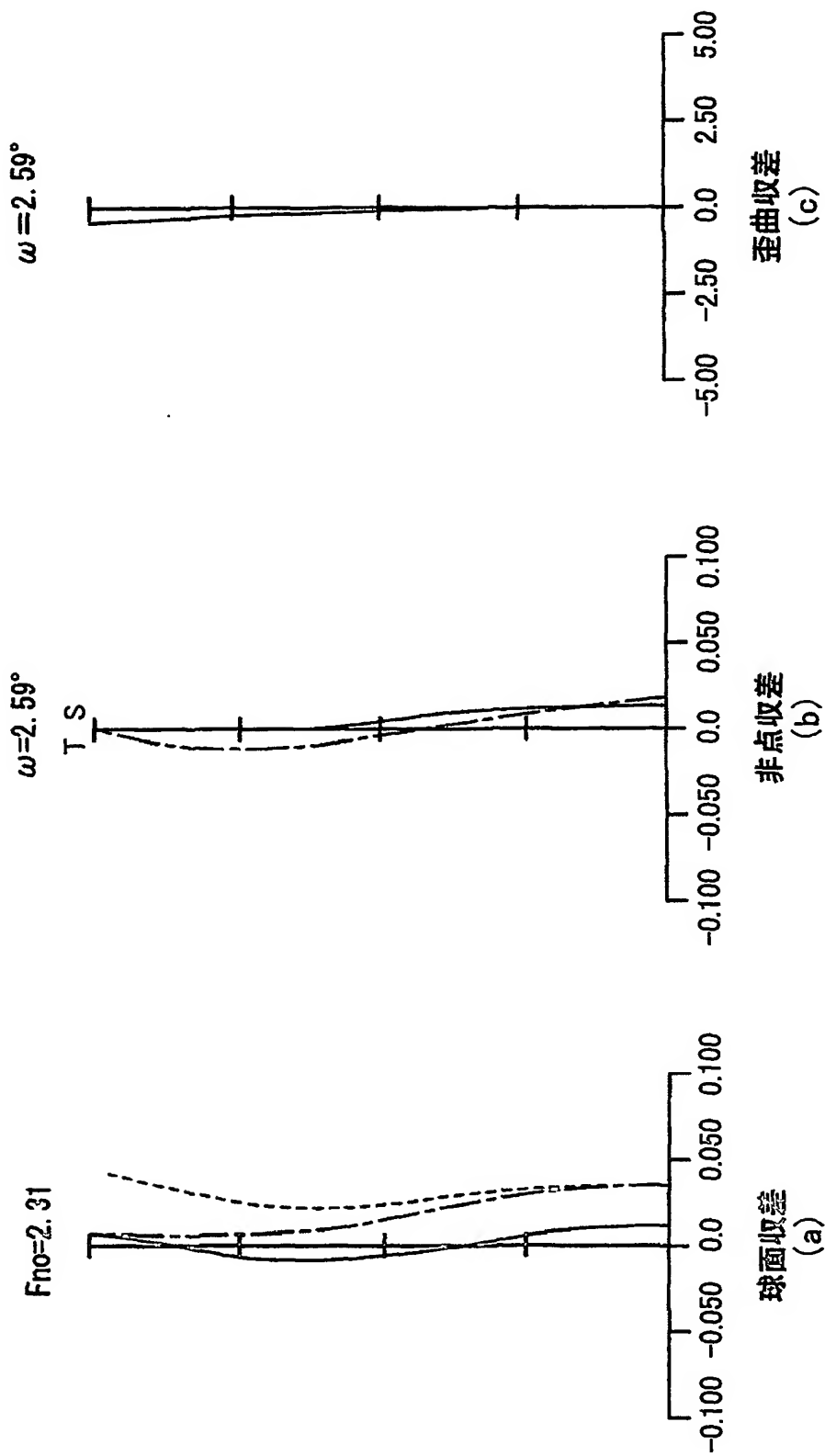


Fig.19

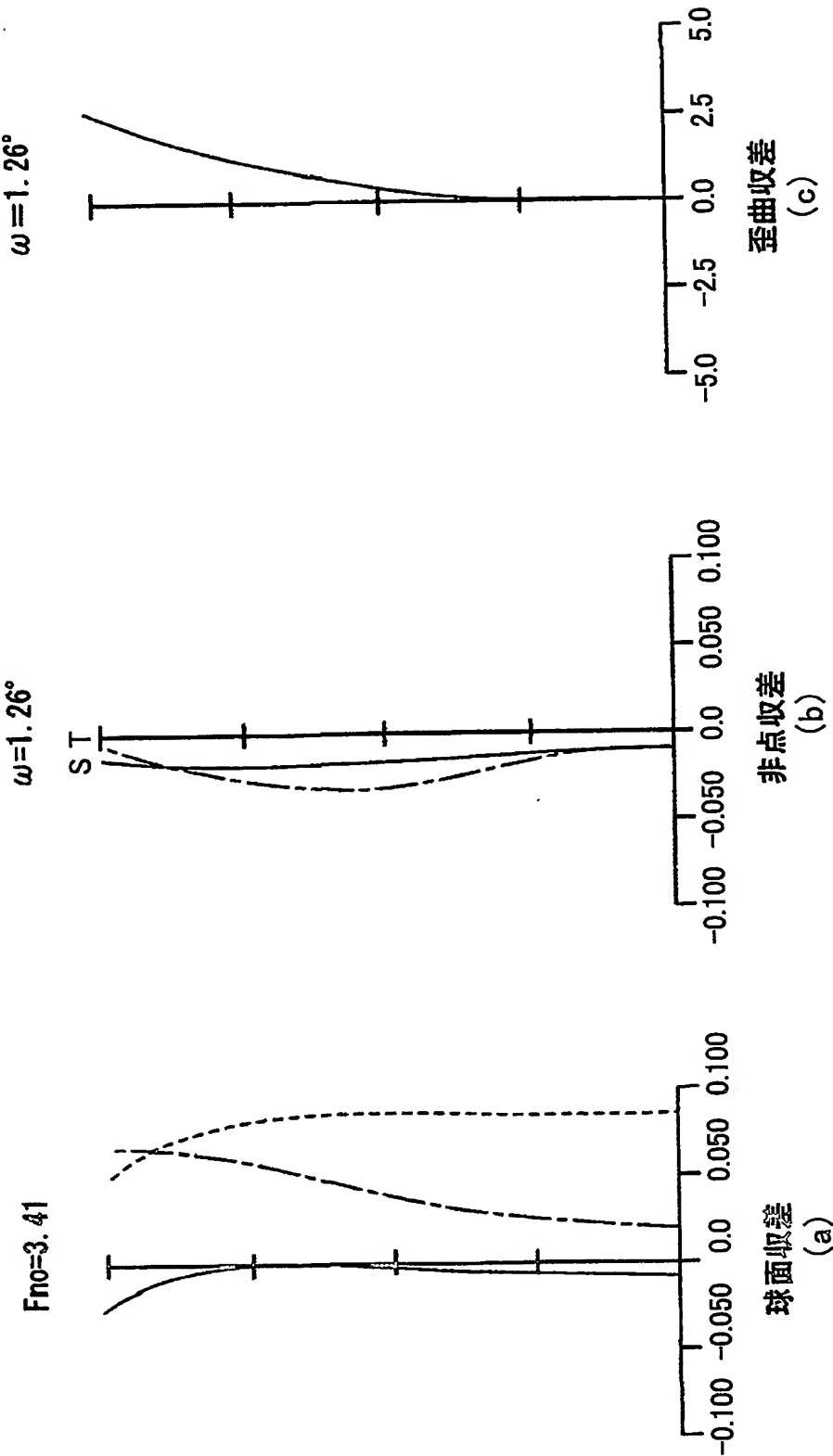


Fig.20

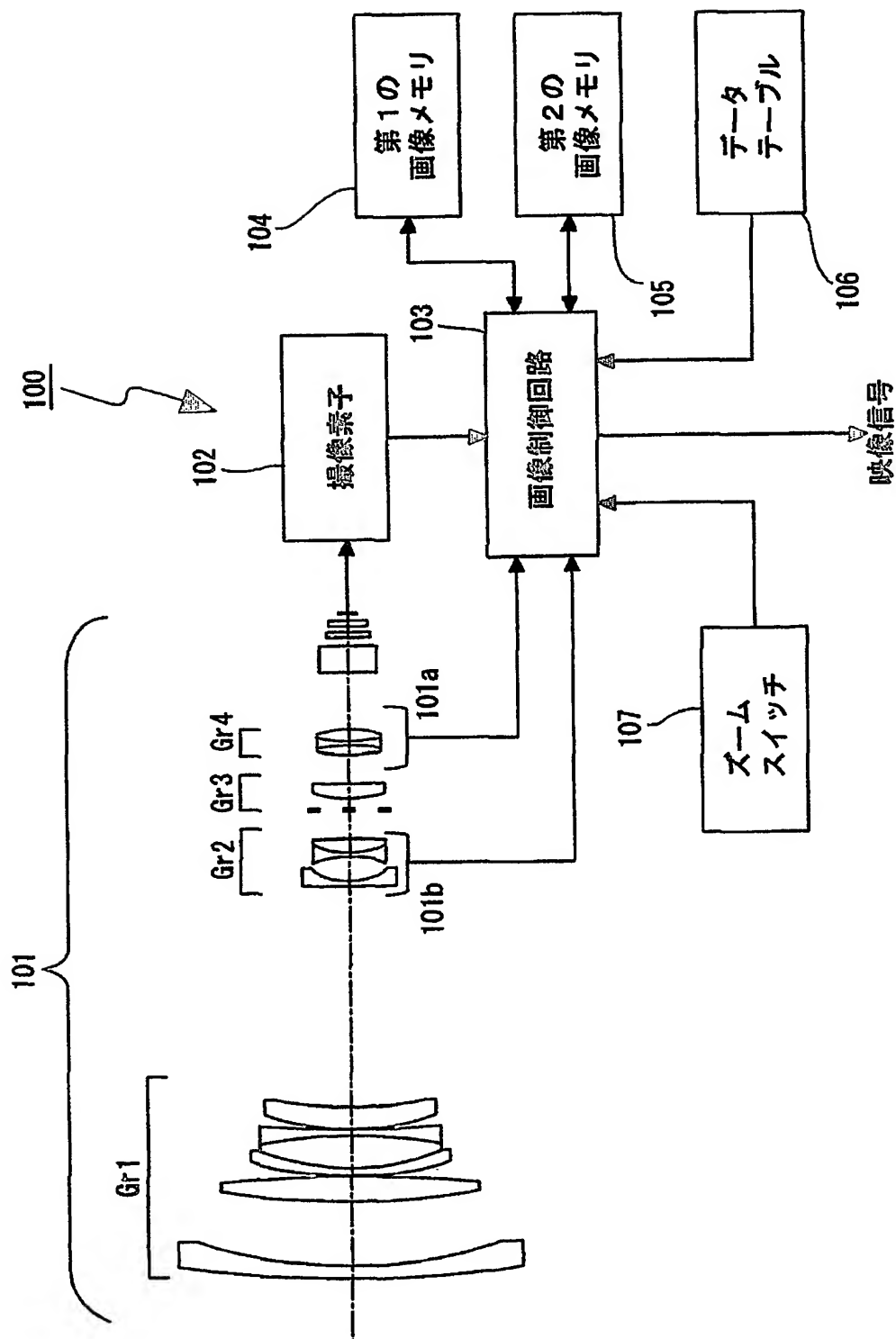


Fig.21



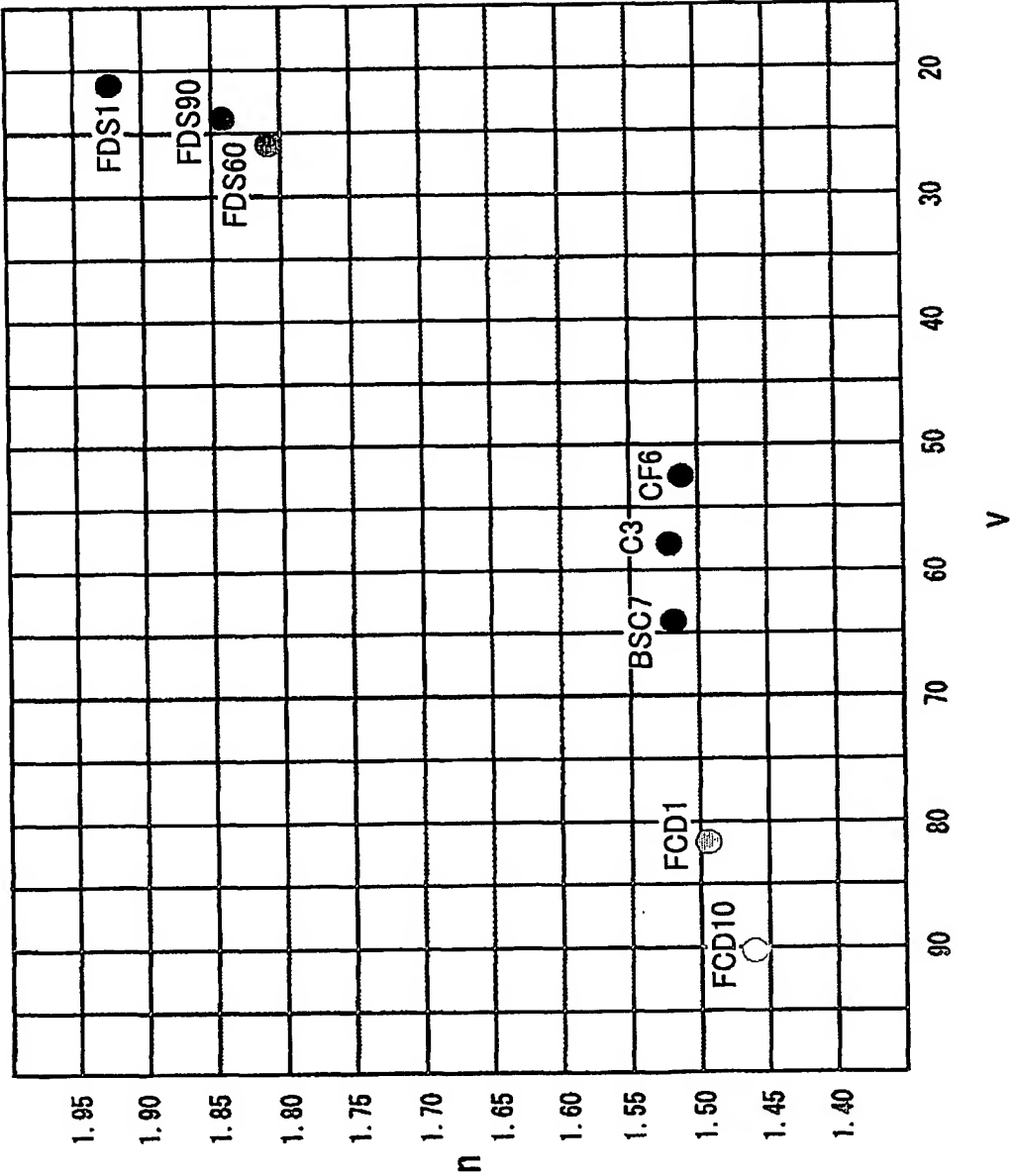


Fig.22

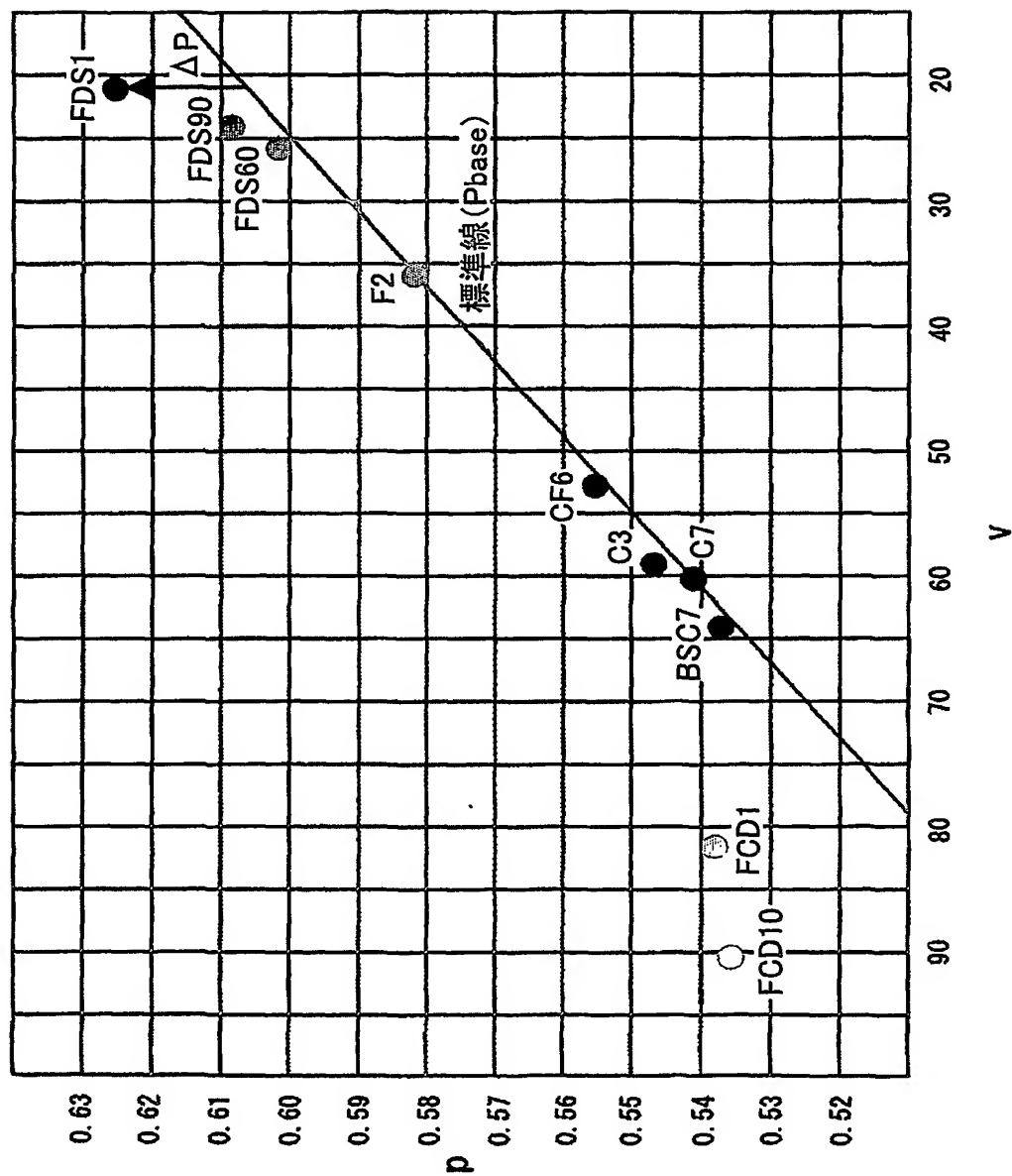


Fig.23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000198

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B15/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B15/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-227548 A (Sony Corp.),	1-4
Y	15 May, 2000 (15.05.00),	5, 9-13, 17,
A	Full text; all drawings (Family: none)	21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y	JP 2000-105336 A (Sony Corp.),	1-5, 9-13, 17,
A	11 April, 2000 (11.04.00),	21-25
	Full text; all drawings (Family: none)	6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y	JP 2001-305426 A (Sony Corp.),	1-5, 9-13, 17,
A	31 October, 2001 (31.10.01),	21-25
	Full text; all drawings (Family: none)	6-8, 14-16, 18-20, 26-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 April, 2004 (09.04.04)

Date of mailing of the international search report  
27 April, 2004 (27.04.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000198

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 6226132 B1 (ASAHI KOUGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 01 May, 2001 (01.05.01), Full text; all drawings & JP 2000-98221 A Full text; all drawings & DE 19944747 A1	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	JP 2001-21803 A (Sony Corp.), 26 January, 2001 (26.01.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	JP 8-248317 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 27 September, 1996 (27.09.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	US 5905530 A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 18 May, 1999 (18.05.99), Full text; all drawings & JP 6-181530 A Full text; all drawings	21-25 26-28

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> G02B 15/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> G02B 15/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y  A	JP 2000-227548 A (ソニー株式会社) 2000.05.15、全文、全図 (ファミリーなし)	1-4 5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y  A	JP 2000-105336 A (ソニー株式会社) 2000.04.11、全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.04.2004

国際調査報告の発送日

27. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2 V

9 2 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) : 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2001-305426 A (ソニー株式会社) 2001.10.31、全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	US 6226132 B1 (ASAHI KOUGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 、2001. 05.01、全文、全図 & JP 2000-98221 A、全文、全図 & DE 19944747 A1	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	JP 2001-21803 A (ソニー株式会社) 2001.01.26、全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	JP 8-248317 A (オリンパス光学工業株式会社) 1996.09.27、全 文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 9-13, 17, 21-25 6-8, 14-16, 18-20, 26-28
Y A	US 5905530 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 1999.05.18、全文、全図 & JP 6-181530 A、全文、全図	21-25 26-28